Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada
Science | Sciences

C S A S | **S C C S**

Canadian Science Advisory Secretariat | **Secrétariat canadien de consultation scientifique**

Research Document 2012/080 | **Document de recherche 2012/080**

Gulf Region | **Région du Golfe**

The 2011 assessment of the snow crab (*Chionoecetes opilio)* stock in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, 12E and 12F)

Évaluation de 2011 du stock de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio)* dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, 12E et 12F)

M. Hébert, E. Wade, M. Biron, P. DeGrâce, J.-F. Landry and/et M. Moriyasu

Fisheries and Oceans Canada / Pêches et Océans Canada
Science Branch / Direction des Sciences
Gulf Region / Région du Golfe
Gulf Fisheries Centre / Centre des Pêches du Golfe
P. O. Box 5030 / C. P. 5030
Moncton, NB / N.-B.
E1C 9B6

This series documents the scientific basis for the evaluation of aquatic resources and ecosystems in Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Research documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat.

Les documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au Secrétariat.

This document is available on the Internet at

Ce document est disponible sur l'Internet à

www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs

ISSN 1499-3848 (Printed / Imprimé)
ISSN 1919-5044 (Online / En ligne)
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2012
© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2012

Canada

Correct citation for this publication:

Hébert, M., Wade, E., Biron, M., DeGrâce, P., Landry, J.-F., and Moriyasu, M. 2012. The 2011 assessment of the snow crab (*Chionoecetes opilio)* stock in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, 12E and 12F). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/080. iii + 75p.

La présente publication doit être citée comme suit :

Hébert, M., Wade, E., Biron, M., DeGrâce, P., Landry, J.-F., et Moriyasu, M. 2012. Évaluation de 2011 du stock de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio)* dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, 12E et 12F). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2012/080. iii + 75 p.

ABSTRACT

The 2011 assessment of the southern Gulf of St. Lawrence (sGSL) snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock (Areas 12, 19, 12E and 12F) is presented. Snow crab management Areas 12, 19 12E and 12F comprise a single biological population and the sGSL stock is considered as one unit for assessment purposes. The 2011 assessment was conducted according to recommendations from the Snow Crab Assessment Methods Framework Science Review held during November 21 to 25, 2011, in Moncton N.B. The major changes to the assessment methodology were the expansion of the biomass estimation polygon (now between 20 to 200 fathoms) to better cover the sGSL biological unit and the use of catches in weights directly to estimate biomass. The change in methodology required a recalculation of the time series of biomass estimates for 1997 to 2010, exploitation rates, and the Precautionary Approach (PA) reference points. The exploitation rate of the 2011 fishery in the sGSL was 29.9%. The 2011 post-fishery survey biomass of commercial-sized adult male crabs was estimated at 63,162 t (95% C.I. 55,965 to 71,022 t), an increase of 76% from 2010. The available biomass for the 2012 fishery, derived from the 2011 survey, is within the healthy zone of the PA Framework. The residual biomass (33,768 t) from the 2011 survey increased by 119% compared to 2010. Forty seven percent (47%) of the 2011 survey biomass, available for the 2012 fishery, is composed of new recruitment (29,394 t). The recruitment to the fishery in 2011 increased (44%) relative to the 2010 survey. An increasing trend in recruitment of commercial-sized adult male crab to the fishery is anticipated into the 2014 fishery. A risk analysis of catch options relative to reference points for the 2012 fishery is provided.

RÉSUMÉ

L'évaluation de 2011 du stock de crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, du sud du golfe du Saint-Laurent (sgSL) est présentée (zones 12, 19, 12E et 12F). Les crabes des neiges des zones de gestion 12, 19, 12E et 12F font partie d'une seule population biologique, et le sgSL est considéré comme une unité aux fins d'évaluation. L'évaluation de 2011 a été effectuée selon les recommandations suite à l'examen cadre des méthodes d'évaluation du stock de crabe des neiges dans le sgSL tenu à Moncton N.-B., du 21 au 25 novembre 2011. Les changements majeurs à la méthode d'évaluation ont été l'expansion du polygone d'estimation de la biomasse (maintenant entre 20 et 200 brasses) pour mieux couvrir l'unité biologique et l'utilisation directe des prises en poids pour le calcul de l'estimé de la biomasse. Le changement de méthodologie a nécessité le recalcul des estimés de la biomasse pour la série chronologique de 1997 à 2010, des taux d'exploitation, et des points de référence de l'Approche de Précaution (AP). Le taux d'exploitation pour la pêche de 2011 dans le sgSL était de 29,9%. Selon le relevé effectué après la pêche de 2011, la biomasse de crabes adultes de taille commerciale a été estimée à 63 162 t (I.C. de 95%, 55 965 t à 71 022 t), une augmentation de 76% par rapport à 2010. Le niveau de la biomasse pour la pêche de 2012, provenant du relevé de 2011, se situe dans la zone saine du cadre de l'AP. La biomasse résiduelle (33 768 t) estimée à partir du relevé de 2011 a augmenté de 119% par rapport à 2010. Quarante-sept pourcent (47%) de la biomasse du relevé de 2011 exploitable pour la pêche de 2012 est composée de nouvelles recrues (29 394 t). Le recrutement à la pêche en 2011 a augmenté (44%) par rapport à 2010. Une tendance à une augmentation du recrutement des mâles adultes de taille commerciale à la pêche est anticipée jusqu'à la pêche de 2014. Une analyse de risque sur les niveaux de prises par rapport aux points de référence pour la pêche de 2012 est fournie.

1.0. INTRODUCTION

Snow crab, *Chionoecetes opilio*, has been commercialiy exploited in the southern Gulf of St. Lawrence (sGSL) since the mid-1960s. Until 1994, the snow crab fishery in Area 12 (Fig. 1) was exploited by 130 mid-shore crab harvesters from New-Brunswick, Québec and Nova-Scotia. In 1997, the Prince Edward Island coastal fishery, (formerly called Areas 25/26) was integrated into Area 12. In 2003, a portion of the coastal fishery off Cape Breton (formerly called Area 18) was also integrated into Area 12 and a northern part of Area 18 was set as a buffer zone (non-snow crab fishing zone, label B in Fig. 1). For the purpose of this assessment, Area 12 refers to the new management unit (Fig. 1). In 1978, Area 19 (Fig.1) was established for the exclusive use of Cape Breton inshore crab harvesters with vessels less than 13.7 m (45 feet) in length. Areas 12E and 12F were introduced in 1995 as exploratory fishery areas. A two nautical miles buffer zone was created between Area 12F and the adjacent Area 19 in 1996, label A in Figure 1. In 2002, the status of these fishing areas was changed from exploratory to commercial.

Currently, there are four individually managed fishing areas (Areas 12, 19, 12E and 12F) (Fig. 1), with Area 12 being the largest and with the largest number of participants, and the highest landings. There is no biological basis for the delimitations of snow crab management areas in the sGSL (Chiasson and Hébert 1990; Hébert et al. 2008; DFO 2009). Crabs in these management areas are considered part of a single biological population and the sGSL is considered as one unit for assessment purposes (Hébert et al. 2008).

Management of these fisheries is based on quotas (by management area and distributed

1.0. INTRODUCTION

Le crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, est commercialement exploité dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sgSL) depuis le milieu des années 1960. Jusqu'en 1994, la pêche dans la zone 12 (fig. 1) était exploitée par 130 pêcheurs semi-hauturiers provenant du Nouveau-Brunswick, Québec et de la Nouvelle-Écosse. En 1997, la zone côtière de l'Île-du-Prince-Édouard, (formellement appelées zones 25/26) a été intégrée à la zone 12. En 2003, une partie de la pêche côtière du Cap-Breton (formellement appelée zone 18) a aussi été intégrée à la zone 12 et la partie nord de la zone 18 a été désignée comme une zone de tampon (zone interdite de pêche au crabe des neiges, étiquetée B dans la figure 1). Pour le besoin de cette évaluation, la zone 12 fait référence à cette nouvelle unité de gestion (fig. 1). En 1978, la zone 19 (fig. 1) a été établie comme une zone de gestion de pêche exclusive aux pêcheurs côtiers du Cap-Breton avec des bateaux d'une longueur inférieure à 13,7 m (45 pieds). Les zones de gestion 12E et 12F ont été établies en 1995 comme zones de pêches exploratoires. Une zone tampon de deux milles nautiques a été créée entre la zone 12F et la zone adjacente 19 en 1996, étiquetée A dans la figure 1. En 2002, le statu de ces zones de pêche a été changé de zones exploratoires à des zones de gestion de pêche commerciale.

Il y a quatre zones de pêche individuelle (zones 12, 19, 12E et 12F) (fig. 1) parmi lesquelles la zone 12 délimite la plus grande pêcherie en terme de débarquements, d'habitat convenable et du nombre de participants. Il n'y a aucune base biologique pour la délimitation des zones de gestion du crabe des neiges dans le sgSL (Chiasson et Hébert 1990; Hébert et al. 2008; MPO 2009). Les crabes provenant de ces zones de gestion font partie d'une plus grande population biologique et le sgSL est considéré comme une unité pour les fins d'évaluation (Hébert et al. 2008).

La gestion de ces pêches est basée sur des quotas (par zone de gestion et distribués

among licenses holders) and effort controls (number of licenses, trap allocations, trap dimensions, and seasons).

parmi les détenteurs de permis) et des contrôles de l'effort (nombre de permis, allocation de casiers, la dimension des casiers, et les saisons).

In Areas 12, 12E and 12F, the fishing season generally starts as soon as the sGSL is clear of ice in late April to early May and lasts until the closure of the fishing season in mid-July or before when the quota is caught. In Area 19, the fishing season starts in July and ends in mid-September or before when the quota is reached. The landing of females is prohibited and only hard-shelled males ≥ 95 mm carapace width (CW) are commercially exploited. Different limits of trap number apply to each license depending on the group and fishing area.

Dans les zones 12, 12E et 12F, la saison de pêche débute généralement en avril-mai aussitôt que le sgSL est libre de glace et se termine à la fermeture de la saison de pêche en mi-juillet ou avant lorsque le quota est atteint. Dans la zone 19, la pêche débute en juillet et se termine à la fermeture à la mi-septembre ou avant lorsque le quota est atteint. L'exploitation des femelles est interdite. Seuls les mâles à carapace dure, dont la taille minimale légale est de 95 mm de largeur de carapace (LC), sont exploités commercialement. Différentes limites de casiers sont assujetties à chaque permis dépendamment du groupe ou de la zone de pêche.

Following the early closure of the Area 12 fishery in 1989 due to a rapid decline in catch rates and an increased incidence of soft-shelled crabs in the catches, new management measures were introduced in 1990. One of the strategies used was to determine the total allowable catch (TAC) or quota based on the biomass of adult male crab ≥ 95 mm CW as estimated from a trawl survey. Another management strategy was to maximize yield and reproductive potential by limiting the capture of soft-shelled males by setting a fishery closure based on the percentage of soft- or white crabs.

Suite à la fermeture prématurée de la pêche de la zone 12 en 1989 en raison d'un déclin rapide des taux de capture, associé avec une incidence élevée de mâles à carapace molle dans les captures, de nouvelles mesures de gestion ont été adoptées en 1990. Une des stratégies utilisées consiste à fixer une allocation totale des captures (TAC) ou contingent en fonction de la biomasse de crabes mâles adultes ≥ 95 mm LC, estimée à partir du relevé au chalut. Une autre stratégie de gestion est d'éviter de capturer des mâles à carapace molle afin de maximiser le rendement et le potentiel reproducteur en fermant des zones de pêche basées sur le pourcentage de crabe mou ou de crabe blanc.

The assessment follows the recommendations from the Framework Science Peer Review of stock assessment methods for the sGSL snow crab stock held on November 21-25, 2011 (DFO 2012c).

L'évaluation suit les recommandations issues de l'examen cadre des méthodes d'évaluation du stock de crabe des neiges dans le sgSL qui a eu lieu le 21-25 novembre 2011 (MPO 2012c).

This report presents the assessment and commercial biomass estimates for the 2012 snow crab resource in the sGSL (Areas 12, 19, 12E and 12F). Biomass estimates and population characteristics by life stage are derived from a trawl survey conducted after

Ce document présente l'évaluation et les estimés de biomasse sur l'état de la ressource du crabe des neiges dans le sgSL en 2012 (zones 12, 19, 12E et 12F). Les estimations de la biomasse et les caractéristiques de la population par stade de vie sont dérivées à

the 2011 fishery covering the sGSL snow crab habitat. A risk analysis of catch options for the 2012 fishery relative to the commercial biomass and removal reference points is also presented.

2.0. SYNOPSIS OF SNOW CRAB BIOLOGY

In the sGSL, molting of snow crab occurs from December-April, prior to the fishery (Watson 1972; Conan et al. 1988; Sainte-Marie et al. 1995; Benhalima et al. 1998; Hébert et al. 2002). Crab normally molt every year until they reach the adult phase via a final or "terminal" molt (Conan and Comeau 1986). Males reach the terminal molt at sizes ranging from 40 to 150 mm CW, whereas females reach terminal molt at smaller sizes, ranging from 30 to 95 mm CW (Conan and Comeau 1986).

In contrast to immature females, pubescent (adolescent) females have a wider abdomen and fully developed orange gonads in the fall. These females will undergo the terminal molt between December and April and become nulliparous females having an enlarged abdomen and ripe ovaries. Generally, they mate immediately after their terminal molt, while their carapace is still soft, and extrude fertilized eggs for the first time becoming primiparous females (Watson 1969; Moriyasu and Conan 1988). Multiparous refers to females which are repeat spawners (second brood or more). Their mating season occurs from late-May to early-June, after egg hatching (Conan and Comeau 1986; Moriyasu and Conan 1988; Sainte-Marie and Hazel 1992; Moriyasu and Comeau 1996; Sainte-Marie et al. 1999). The mature females carry normally their eggs during two years under the abdomen in the sGSL (Mallet et al. 1993; Moriyasu and Lanteigne 1998), while a negligible portion of mature females follow a one-year cycle in Baie Sainte-Marguerite (Sainte-Marie et al. 1995).

partir d'un relevé au chalut effectué après la saison de la pêche de 2011 et qui couvre l'habitat du crabe des neiges. Une analyse de risque des options de capture pour la pêche de 2012 par rapport aux points de références de biomasse commerciale et du niveau de prélèvement est aussi présentée.

2.0. APERÇU DE LA BIOLOGIE DU CRABE DES NEIGES

Dans le sgSL, la mue du crabe des neiges a lieu en décembre-avril, avant le début de la saison de pêche (Watson 1972; Conan et al. 1988; Sainte-Marie et al. 1995; Benhalima et al. 1998; Hébert et al. 2002). Le crabe mue normalement à chaque année jusqu'à ce qu'il atteigne la phase adulte par une mue terminale (Conan et Comeau 1986). Les mâles atteignent cette mue terminale à des tailles variant entre 40 et 150 mm LC alors que les femelles atteignent cette mue à des tailles inférieures, soient entre 30 et 95 mm LC (Conan et Comeau 1986).

Contrairement aux femelles immatures, les femelles pubères (adolescentes) ont un abdomen plus large et des gonades orange complètement développées en automne. Ces femelles entreprendront une mue terminale entre décembre et avril afin de devenir des femelles nullipares ayant un abdomen élargi et des ovaires matures. Généralement, elles vont s'accoupler et produire des œufs fertilisés pour la première fois, immédiatement après la mue terminale alors que leur carapace est encore molle et deviendront des femelles primipares (Watson 1969; Moriyasu et Conan 1988). Les femelles multipares désignent les femelles qui pondent pour la deuxième fois ou plus, dont la période de reproduction a lieu entre la fin mai et début juin après l'éclosion des œufs (Conan et Comeau 1986; Moriyasu et Conan 1988; Sainte-Marie et Hazel 1992; Moriyasu et Comeau 1996; Sainte-Marie et al. 1999). Les femelles matures portent normalement leurs œufs pendant 2 ans sous leur abdomen dans le sgSL (Mallet et al. 1993; Moriyasu et Lanteigne 1998), alors que quelques femelles suivent un cycle de reproduction de un an dans la Baie Sainte-

Marguerite (Sainte-Marie et al. 1995).

Mature females, both primiparous and multiparous, may produce more than one viable brood from sperm stored in their spermathecae from the first mating, without any subsequent mating (Sainte-Marie and Carrière 1995). However, the probability that a single mating is sufficient to fertilize a female's lifetime production of eggs has been shown to be low (Rondeau and Sainte-Marie 2001). Mating after larval hatching might be a general rule for snow crab in the sGSL (Conan et al. 1988).

Les femelles matures, soient les primipares et multipares, peuvent aussi produire plus qu'une portée d'œufs viables à partir des spermes emmagasinés dans leurs spermathèques lors du premier accouplement sans d'autre accouplement subséquent (Sainte-Marie et Carrière 1995). Cependant, la probabilité qu'une seule reproduction est suffisante pour fertiliser une production d'œufs durant toute la vie d'une femelle a été démontrée comme peu probable (Rondeau et Sainte-Marie 2001). La reproduction après le relâchement larvaire serait la règle générale pour le crabe des neiges dans le sgSL (Conan et al. 1988).

After molting, crabs have a soft shell engorged with water. It takes about 8-10 months for the carapace of an adult soft-shelled male to harden (Hébert et al. 2002) and one year to attain maximal meat yield (Dufour et al. 1997). Adult soft-shelled males, not being able to mate during their postmolt period, are ready to participate in reproductive activities with nulliparous females in February of the following year and in May-June with multiparous females (Conan et al. 1988; Moriyasu et al. 1988). Adult soft-shelled males of legal size represent the annual recruitment to the fishery, as they will become commercially marketable in the following fishing season (Conan and Comeau 1986; Sainte-Marie et al. 1995; Comeau et al. 1998a; Hébert et al. 2002). The terminology described by Sainte-Marie et al. (1995) relating to morphometric maturity is used in this paper: the term "adolescent" was formerly called morphometrically immature and "adult" was formerly called morphometrically mature (Conan and Comeau 1986).

Après la mue, le crabe possède une carapace molle dont le corps est rempli d'eau. Le crabe adulte mâle à carapace molle prend environ 8-10 mois avant que sa carapace devienne dure (Hébert et al. 2002) et un an pour atteindre un rendement en chair maximal (Dufour et al. 1997). Les crabes adultes mâles à carapace molle, incapables de se reproduire durant la période de la postmue, seront prêts à participer à la reproduction l'année suivante avec les femelles nullipares en février et avec les femelles multipares en mai-juin (Conan et al. 1988; Moriyasu et al. 1988). Les crabes mâles adultes de taille commerciale avec une carapace molle représentent le recrutement annuel à la pêcherie puisqu'ils deviendront commercialisables la saison de pêche suivante (Conan et Comeau 1986; Sainte-Marie et al. 1995; Comeau et al. 1998a; Hébert et al. 2002). La terminologie décrite par Sainte-Marie et al. (1995) pour la maturité morphométrique est utilisée dans ce rapport: les «crabes adolescents» et les «crabes adultes» représentent les crabes morphométriquement immatures et matures (Conan et Comeau 1986), respectivement.

3.0. METHODS

3.1. TRAWL SURVEY BIOMASS ESTIMATION

There have been progressive changes in the procedures of the sGSL trawl survey since its inception in 1988 (Moriyasu et al. 2008). Area 12 has been sampled every year after the fishery (July to October), with the exception of 1996.

The regular geographic trawl survey coverage extended to Area 19 starting in 1990. From 1990 to 1992, Area 19 was surveyed in the spring prior to the fishery. Since 1993, the trawl survey in Area 19 was conducted after the fishery (Moriyasu et al. 2008).

In 1997, the geographic trawl survey was expanded to cover the new management Areas 12E and 12F. Details of the changes in survey coverage are provided by Moriyasu et al. (2008).

3.1.1. Trawl survey in 2011

In 2011, the post-fishery trawl survey was conducted between July 13 and October 4 and covered Areas 12, 19, 12E and 12F (Fig. 2). The survey coverage includes all areas between the 36 meters (20 fathoms) and 365 meters (200 fathoms) isobaths.

From 1997 to 2005, a random sampling design was used to determine the location of trawl stations (Moriyasu et al. 1998). One to two locations were randomly chosen among nine sub-grids with the station in the center of a grid within each grid of 10 by 10 minutes latitude-longitude. The trawl survey sampling design from 2006 to 2011 was in accordance with recommendations from the 2005 Assessment Framework Workshop on the sGSL snow crab (DFO 2006; Moriyasu et al. 2008). The goal of the sampling design in 2006 was to achieve

3.0. MÉTHODES

3.1. ESTIMATION DE LA BIOMASSE DU RELEVÉ AU CHALUT

Il y a eu des changements progressifs au niveau des procédures dans le relevé au chalut dans le sgSL depuis le début en 1988 (Moriyasu et al. 2008). La zone 12 a été échantillonnée chaque année après la saison de pêche de juillet à octobre à l'exception de 1996.

La couverture du relevé au chalut s'est étendue à la zone 19 à partir de 1990. De 1990 à 1992, le relevé dans la zone 19 s'est effectué au printemps avant la pêche de la zone 19. Depuis 1993, le relevé au chalut dans la zone 19 est effectué après la saison de la pêche (Moriyasu et al. 2008).

En 1997, le relevé au chalut a été étendu pour couvrir les nouvelles zones de gestion 12E et 12F. Les détails sur les changements de la couverture du relevé sont décrits par Moriyasu et al. (2008).

3.1.1. Relevé au chalut en 2011

Un relevé scientifique au chalut après la saison de pêche en 2011 a été effectué du 13 juillet au 4 octobre couvrant les zones 12, 19, 12E et 12F (fig. 2). La surface échantillonnée du relevé inclue tous les endroits aux isobathes entre 36 mètres (20 brasses) et 365 mètres (200 brasses).

De 1997 à 2005, un modèle d'échantillonnage systématique aléatoire a servi à la détermination de l'emplacement des stations de chalutage (Moriyasu et al. 1998). Une ou deux stations ont été choisies au hasard parmi neuf rectangles avec la station située au centre du rectangle à l'intérieur de chaque quadrilatère de 10 minutes latitude par 10 minutes longitude. Le plan d'échantillonnage du relevé au chalut de 2006 à 2011 a été fait selon les recommandations de l'Atelier de Travail sur l'Évaluation du stock du crabe des

spatial sampling homogeneity. Stations were sequentially assigned to each grid by simulations, first by randomly shuffling all grids and then statistically assigning the number of stations with a probability proportional to its surface area. After the number of stations per grid having been set, we determined whether the number of stations per grid used in the 2005 sampling design was lower, equal or exceeded this number. Where the number of stations was lower than 2005, new random locations were assigned within the grid and a random selection of station was made. Where the number of stations was equal, it was left unchanged. In the case where the number of stations exceeded the 2005 number, stations were randomly removed (Hébert et al. 2007, Moriyasu et al. 2008).

neiges du sgSL en 2005 (MPO 2006; Moriyasu et al. 2008). L'objectif du modèle d'échantillonnage de 2006 était d'obtenir une homogénéité spatiale dans l'échantillonnage du relevé. Les stations ont été séquentiellement assignées à chaque quadrilatère par simulations, premièrement en réorganisant au hasard tous les quadrilatères, et ensuite, en assignant statistiquement un nombre de stations par quadrilatère dont la probabilité est proportionnelle à sa surface. Après que le nombre de stations a été établi, nous avons alors déterminé si le nombre de stations par quadrilatère correspondant au plan d'échantillonnage de 2005 était inférieur, égal ou supérieur au niveau cible établi. Lorsque le nombre de stations était inférieur à celui de 2005, de nouvelles stations au hasard étaient assignées à l'intérieur du quadrilatère et une sélection d'une station au hasard a été faite. Dans le cas où le nombre de stations était égal, il n'y avait pas de changement. Lorsque le nombre de stations était supérieur à celui de 2005, les stations ont été enlevées au hasard (Hébert et al. 2007, Moriyasu et al. 2008).

A Bigouden *Nephrops* bottom trawl net, originally developed for Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) fisheries in France, was used (20 m opening with a 28.2 m foot rope). The net is made of 2.5 mm diameter braided nylon twine and the mesh sizes are 80 mm in the wings, 60 mm in the belly and 40 mm in the cod-end (See Moriyasu et al. 2008 for more details on the description of the trawl).

Un chalut de fond à langoustines de type Bigouden a été utilisé pour le relevé. Ce chalut a été mis au point à l'origine pour la pêche de la langoustine (*Nephrops norvegicus*) en France (ouverture de 20 m avec ralingue inférieure de 28,2 m). Le filet est fait à partir de nylon tressé de 2,5 mm de diamètre et la dimension des mailles sont de 80 mm dans les ailes, 60 mm dans le ventre et 40 mm dans la poche (Voir Moriyasu et al. 2008 pour plus de détails sur la description du chalut).

All stations were trawled during daylight hours. A predetermined amount of warp was let out (three times the distance of the depth) before the winch drums were locked. The start time of a standard tow was determined when the trawl touched the bottom, as judged by an operator based on the information reported by the Netmind® depth sensor (signal received at 7 second interval) and/or the Minilog® temperature-depth probe (data recorded every second), both attached to the trawl. The duration of each tow was 5 minutes at a target

Toutes les stations ont été chalutées durant le jour. La longueur des câbles d'aciers déroulée est déterminée en fonction de la profondeur (trois fois la profondeur). Le début du trait, après le blocage des treuils, a été déterminé lorsque le chalut touche au fond ce qui est déterminé par un opérateur grâce à un suivi à partir du capteur de profondeur du système Netmind® (signal reçu à 7 secondes d'intervalles) et/ou de la sonde température-profondeur du Minilog® (données recueillies à chaque seconde) attachés au chalut. La durée

speed of two knots. The horizontal opening of the trawl was recorded every four seconds with the Netmind® distance sensors. The swept distance of the trawl was estimated from the position (latitude/longitude) measured every second with a DGPS system. The swept area for each tow was calculated by multiplying the swept distance and the horizontal opening of the trawl over the duration of the tow.

des traits a été de 5 minutes, à une vitesse cible de deux nœuds. L'ouverture horizontale du chalut a été recueillie à toutes les 4 secondes au moyen du capteur de distance du système Netmind®. La distance parcourue par le chalut a été mesurée à partir de la position (latitude/longitude) prise à toutes les secondes avec un DGPS. La surface balayée pour chaque trait de chalut a été calculée en multipliant la distance parcourue et l'ouverture horizontale du chalut pendant la durée du trait.

When the net was damaged or there was no signal from the Netmind® system at the beginning of the tow, or the duration of the tow was less than four minutes, the tow was rejected and a replacement tow was conducted near the original start point and within the assigned grid (Fig. 2).

Lorsque le filet était déchiré ou qu'il n'y avait pas de signal du système Netmind® au début du trait, ou encore la durée du trait a été inférieure à quatre minutes, le trait a été rejeté et un trait de remplacement a été effectué près du point de départ original et à l'intérieur du quadrilatère assigné (fig. 2).

When the tow was considered good according to the trawl survey protocol but the data from the Netmind® sensors were deemed to be not usable to calculate the tow swept area (lack of data due to the loss of Netmind® signal during the tow), the swept area of the tow was estimated by using the mean swept area of the neighboring 10 stations.

Lorsque le trait a été considéré bon selon les critères du protocole du relevé mais que les données du système Netmind® n'ont pas été utilisables pour calculer la surface balayée du trait (peu de données en raison de la perte du signal du Netmind® durant le trait), la surface balayée du trait a été estimée en utilisant la moyenne des 10 stations environnantes.

3.1.2. Biological sampling

3.1.2. Échantillonnage biologique

The trawl catches were sorted on the vessel deck. Snow crabs were put aside for detailed sampling. All other catches were sorted by species or species group, counted and returned to the water.

Les prises du chalut ont été triées sur le pont du bateau. Les crabes des neiges ont été mis de côté pour un échantillonnage détaillé. Toutes les autres prises ont été triées par espèce ou groupe d'espèce, comptées et retournées à la mer.

The following information was recorded for all snow crabs: from males, CW, chela height (CH) to the nearest 0.1 mm and carapace condition (Hébert et al. 1997), and from females, CW, width of the 5th abdominal segment to the nearest 0.1 mm, and carapace condition. In addition, the color (orange, dark orange, brown or black) and quantity (in percentage) of external eggs on ovigerous females, as well as the color (white, beige or orange) of the gonads of immature females were noted.

L'information qui suit a été notée pour tous les crabes capturés: pour les mâles, LC, hauteur de la pince (HP) au 0,1 mm près et la condition de la carapace (Hébert et al. 1997), et pour les femelles; LC, largeur du 5^{ième} segment de l'abdomen au 0,1 mm près et la condition de la carapace. La couleur (orange, orange foncé, brun ou noir) et la quantité (en pourcentage) des œufs externes chez les femelles ovigères, ainsi que la couleur (blanche, beige ou orange) des gonades chez les femelles immatures ont été notées.

The size frequency distributions for the population were derived from the samples weighted by the swept area (km²) of each corresponding tow.

Les histogrammes des fréquences de taille de la population ont été pondérés en fonction de la surface balayée (km^2) de chaque trait correspondant.

3.1.3. Estimation of snow crab abundance

A Framework Science Peer Review of stock assessment methods for the sGSL snow crab stock was held on November 21-25, 2011 in Moncton to review:
1) the current survey design,
2) the current estimation model (kriging and variogram) and an alternative approach (other models) to estimate the biomass of commercial-sized adult males (≥ 95 mm CW),
3) the methods for reconstructing a homogenous time series of biomasses from 1989 to present, and
4) the best approach to estimate the biomass and include uncertainties within the four management areas based on a survey designed to estimate the biomass for the entire sGSL.

The recommendations from this framework were as follows (DFO 2012c):

1) The actual sampling design and sampling intensity are scientifically defensible to assess the snow crab stock for the sGSL. The current sampling plan is not necessarily optimal but addresses multiple objectives, especially for assessing many life stages of snow crab. For 2012, a revised sampling plan based on square grids with equal distances and a random sampling design to assign one sampling station per grid would possibly lead to a more efficient sampling plan that could slightly reduce the variance on the estimated biomass.

2) Overall, the current model (kriging with external drift (KED) using depth as a

3.1.3. Estimation de l'abondance de crabe des neiges

Un examen cadre des méthodes d'évaluation du stock de crabe des neiges dans le sgSL a eu lieu à Moncton du 21-25 novembre 2011 pour réviser :
1) le plan d'échantillonnage actuel du relevé,
2) le modèle d'estimation actuel (krigeage et variogramme) et une approche alternative (autre modèles) pour estimer la biomasse des mâles adultes de taille commerciale (≥ 95 mm LC),
3) les méthodes afin de reconstruire la série chronologique homogène des biomasses de 1989 jusqu'à présent, et
4) la meilleure approche pour estimer la biomasse et inclure les incertitudes pour les quatre zones de gestion en fonction d'un relevé conçu pour estimer la biomasse pour l'ensemble du sgSL.

Les recommandations de cet examen ont été les suivantes (MPO 2012c) :

1) Le plan d'échantillonnage et l'intensité d'échantillonnage actuels sont défendables scientifiquement pour évaluer le stock du crabe des neiges du sgSL. Le plan d'échantillonnage actuel n'est pas nécessairement optimal mais il adresse plusieurs objectifs, spécialement pour évaluer différents stades de vie du crabe des neiges. Pour 2012, un plan d'échantillonnage révisé en fonction de quadrilatères carrés de distances égaux et un plan d'échantillonnage au hasard pour assigner une station d'échantillonnage par quadrilatère pourrait possiblement améliorer l'efficacité du plan d'échantillonnage en réduisant quelque peu la variance sur l'estimation de la biomasse.

2) Globalement, le modèle actuel (krigeage avec dérive externe (KDE) en utilisant la

secondary variable) used for the snow crab assessment is considered to be theoretically correct and suitable for biomass estimates. There is a relationship between expected abundances of crab and depth in the sGSL. KED has been shown via cross-validation to perform better than ordinary kriging to estimate the biomass (Surette et al. 2007).

profondeur comme variable secondaire) est théoriquement correct et adéquat pour estimer la biomasse de crabe des neiges. Il existe une relation entre l'abondance prévue de crabe et la profondeur dans le sgSL. Il a été démontré par la validation croisée que le KDE avait une meilleure performance que le krigeage ordinaire pour estimer la biomasse (Surette et al. 2007).

An average over three years of a global variogram (Fig. 3) was calculated as this has been considered better suited for modeling the autocorrelation between the samples (DFO 2012c). Annual variograms are also shown in Figure 4. Variograms were estimated using all the observations. A spherical model was used and parameters of the model were estimated by non-linear regression within the software functions. Variogram estimation typically used 25 lags with a lag distance of 3 km.
Variograms are fitted by least squares at each point. Rectangular matrix, 100 by 100, is used for interpolation of densities. As well, the neighborhood search included at least 32 neighboring points for each interpolated point with a maximum of 8 points per quadrant surrounding the point. Point kriging is used to estimate total abundance or biomass within the polygon while block kriging is used to estimate the variance. Confidence intervals are based on a lognormal distribution using transformation of the kriging variance.

Un variogramme global basé sur une moyenne de trois ans (fig. 3) a été calculé puisqu'il est considéré plus adéquat pour la modélisation de l'auto-corrélation entre les points échantillonnés (MPO 2012 c). Les variogrammes ont été estimés en utilisant toutes les observations. Des variogrammes annuels sont aussi montrés à la figure 4. Un modèle sphérique a été utilisé pour le variogramme et les paramètres du modèle ont été estimés par régression non-linéaire selon les fonctions du logiciel. L'estimation du variogramme comprend typiquement 25 portées d'une distance de 3 km. Les variogrammes sont ajustés en fonction des moindres carrés à chaque point. Une matrice, 100 par 100, est utilisée pour l'interpolation des densités. Aussi, la recherche du voisinage incluait au moins 32 points environnants pour chaque point interpolé avec un maximum de 8 points par quadrant entourant le point. Le krigeage par point a été utilisé pour estimer l'abondance ou la biomasse totale à l'intérieur du polygone alors que le krigeage par block a été utilisé pour estimer la variance. Les intervalles de confiance sont basés sur une distribution log-normale selon une transformation de la variance du krigeage.

One recommendation of the framework was to expand the biomass estimation polygon to better cover the sGSL biological unit. The biomass estimation polygon should represent the potential habitat of snow crab in the biological unit. For the sGSL, the survey polygon area is similar to the 20 to 200 fathom sampling area currently used since 2006 (Fig. 2). The expanded new polygon has an area of 57,840 km^2 compared to the standard polygon previously used of 44,302 km^2 (Fig. 5).

Une des recommandations de l'examen était d'agrandir le polygone d'estimation de la biomasse afin de mieux couvrir l'unité biologique du sgSL. Le polygone doit représenter l'habitat potentiel du crabe des neiges dans l'unité biologique. Pour le sgSL, la surface du polygone du relevé est similaire à la surface de l'échantillonnage du relevé de 20 à 200 brasses utilisé depuis 2006 (fig. 2). Le nouveau polygone agrandit recouvre une surface de 57 840 km^2 comparativement à 44 302 km^2 pour le polygone utilisé dans le passé

(fig. 5).

3) The 1997 to 2010 time series of estimated biomass for the Gulf expanded polygon of 57,840 km^2 was considered as a standardized time series for the purpose of stock assessment, development of reference points and provision for catch advice. The same approach was used for the polygon of 44,302 km^2 for comparison purposes only. More work should however be done, before considering the 1989 to 1995 time series in the assessment. It was suggested to use the September multi-species survey data, along with co-kriging to address the extrapolation of densities in areas where no sampling occurred.

3) La série d'estimation de biomasse de 1997 à 2010 a été considérée comme une série homogène pour le polygone agrandit de 57 840 km^2 pour les besoins de l'évaluation de stock, le développement des points de référence et de fournir l'avis sur les options de capture. La même approche a été utilisée pour le polygone standard de 44 302 km^2 pour fins de comparaisons seulement. Des travaux supplémentaires devront être faits avant de considérer la série de biomasse de 1989 à 1995 dans l'évaluation. Il a été suggéré d'utiliser les données du relevé multi-espèces de septembre pour effectuer du co-krigeage pour adresser les extrapolations des densités dans les régions où il n'y avait pas d'échantillons.

4) The sum of the biomass estimates in each management zones does not equal to the biomass estimate for the entire sGSL polygon.

4) La somme des estimés de biomasse dans chacune des zones de gestion n'est pas égale à l'estimé de la biomasse pour l'ensemble du polygone du sgSL.

For biomass estimation, KED using catches in weights (each sampled commercial-sized adult crab from a sampling station is converted into weight using the size-weight relationship) is recommended. This procedure may address most of the issues of having the total biomass in each management areas totalizing the sGSL biomass estimates.

Pour l'estimation de la biomasse, l'utilisation du KDE des prises en poids (chaque crabe adulte de taille commerciale échantillonné d'une station d'échantillonnage est converti en poids selon la relation taille-poids) est recommandée. Cette méthode pourrait résoudre la plupart des difficultés d'avoir une biomasse totale pour les zones de gestion égaler l'estimé globale de la biomasse du sgSL.

The standard estimation polygon defined an area of 44,302 km^2 for the sGSL (Fig. 5). Observer data from 2006 to 2010 showed that 99.8% of reported fishing effort occurred within the standard polygon (Fig. 5).

Le polygone original du relevé recouvrait une surface de 44 302 km^2 pour le sgSL (fig. 5). Les données des observateurs de 2006 à 2010 ont montré que 99,8% de l'effort de pêche se situait à l'intérieur du polygone original (fig. 5).

The revised expanded survey polygon of 57,840 km^2 is covering isobaths between 20 and 200 fathoms which is similar to the current sampling area (Figs 2 and 6). The kriging polygon areas in management zones were defined by the same depth criteria (20-200 fathoms) and are as follow: 48,028 km^2 for Area 12, 3,833 km^2 for Area 19, 2,443 km^2 for

Le nouveau polygone agrandit du relevé de 57 840 km^2 recouvre les isobathes entre 20 et 200 brasses, ce qui est semblable à la surface échantillonnée présentement (figs 2 et 6). Les surfaces des polygones du krigeage dans les zones de gestion ont été définies par les mêmes critères de profondeur (20-200 brasses) et sont comme suit : 48 028 km^2 pour

Area 12E and 2,438 km^2 for Area 12F (Fig. 6). An additional unassigned zone (above Areas 12E and 12F, Fig. 6) is included in the expanded polygon and located where no fishing activities were observed. This zone has an area of 674 km^2 while the two buffer zones cover an area of 422 km^2 (Fig 6).

la zone 12, 3 833 km^2 dans la zone 19, 2 443 km^2 pour la zone 12E et 2 438 km^2 pour la zone 12F (fig. 6). Une zone additionnelle non-assignée (au dessus des zones 12E et 12F, fig. 6) est maintenant incluse avec l'expansion du nouveau polygone située où il n'y a pas d'activité de pêche. Cette région couvre une surface de 674 km^2 alors que les deux zones tampons recouvrent une surface de 422 km^2 (fig. 6).

The sGSL biomass estimates in both survey polygons (44,302 and 57,840 km^2) include the buffer zones (no fishing zones). The commercial biomass estimates in each management zones 12, 19, 12E and 12F were, however, calculated without the buffer zones.

Les estimés de la biomasse du sgSL dans les deux polygones du relevé (44 302 et 57 840 km^2) comprennent les zones tampons (zones sans pêche). Les estimés de la biomasse dans chacune des zones de gestion sont toutefois calculées sans les zones tampons.

Commercial biomass estimates were also calculated for each of the buffer zones and for the unassigned zone.

Les estimés de la biomasse ont aussi été calculées dans chacune des zones tampons ainsi que pour la zone non-assignée.

The data were analysed using an integrated MATLAB toolbox (MPOGEOS), developed by the Ecole Polytechnique de Montréal, which incorporates all the functions required to perform a geostatistical analysis. A menu driven application permits the user to perform the data transformations, variogram analysis, ordinary kriging interpolation and mapping functions. The latest improvement in 2006 included a provision to include KED using depth as a secondary variable, as well as the kriged size frequency histograms (E. Wade DFO, pers. comm.).

Les données ont été analysées en utilisant la boîte d'outil MATLAB (MPOGEOS), développée par l'École Polytechnique de Montréal, qui incorpore toutes les fonctions requises pour effectuer une analyse géostatistique. Un menu d'application sur commande permet à l'utilisateur de transformer les données, d'analyser le variogramme, d'interpoler avec le krigeage ordinaire et de cartographie. Le dernier développement en 2006 incluait une fonction pour inclure le KDE en utilisant la profondeur comme variable secondaire ainsi que les histogrammes de fréquences de taille krigés (E. Wade MPO, comm. personelle).

Each sampled commercial-sized adult male was converted to weight using the size-weight relationship for adult hard-shelled males (Hébert et al. 1992) and the CW (mm) distributions from sampling.

Chaque crabe mâle adulte de taille commerciale échantillonné a été converti en poids, en utilisant la relation taille-poids pour les mâles adultes à carapace dure (Hébert et al. 1992) et les distributions de LC (mm) provenant de l'échantillonnage:

$$W = (2.665 \times 10^{-4}) CW^{3.098}$$

$$P = (2,665 \times 10^{-4}) LC^{3,098}$$

Where W is the weight in gr. and CW is the carapace width in mm.

Où P est le poids en gr. et LC est la largeur de la carapace mesurée en mm.

The sGSL biomasses were estimated from KED in numbers and in weights for the original and expanded polygons for the following categories of male crab:
(1) commercial-sized adult male ≥ 95 mm CW all carapace conditions,
(2) commercial-sized adult male crab ≥ 95 mm CW with carapace conditions 1 and 2 at the time of the survey which represent the annual recruitment to the fishery (also termed R-1), and
(3) adult male crab ≥ 95 mm CW with carapace conditions 3, 4 and 5 (hard-shelled) at the time of the survey which represent the residual biomass post- fishery.

Les biomasses du sgSL ont été estimées à partir du KDE en nombres et en poids pour le polygone original et le nouveau polygone agrandit pour les catégories de crabes mâles suivantes :
(1) les mâles adultes de taille commerciale ≥ 95 LC toutes les conditions de carapace,
(2) les mâles adultes de taille commerciale ≥ 95 mm LC avec conditions de carapace 1 et 2 au moment du relevé qui représentent le recrutement annuel à la pêcherie (aussi appelés R-1), et
(3) les mâles adultes ≥ 95 mm LC avec conditions de carapace 3, 4 et 5 (carapace dure) au moment du relevé qui représentent la biomasse résiduelle après la pêche.

The abundance indices of prerecruits at the time of the survey (R-4, R-3 and R-2) were used to forecast the recruitment to the fishery over the next four years. Stages R-4, R-3 and R-2 represent adolescent males with a CW ranges of 56-68 mm, 69-83 mm and larger than 83 mm, respectively and they would recruit (CW ≥ 95 mm) to the fishery in 4, 3 and 2 years, respectively. The abundance of adolescent males of instar VIII with a CW between 34 and 44 mm was also estimated as an index of longer term recruitment. It takes at least six years for an adolescent male of instar VIII to reach the commercial size of 95 mm CW. In addition, the abundance indices of pubescent, primiparous and multiparous females were estimated.

Les indices d'abondance des prérecrues (R-4, R-3 et R-2) au moment du relevé ont été utilisés pour prédire le recrutement à la pêcherie pour les quatre prochaines années. Les termes R-4, R-3 et R-2 désignent les crabes mâles adolescents dont la LC varie de 56-68 mm, 69-83 mm et supérieure à 83 mm, respectivement et qui seront recrutés à la pêcherie dans 4, 3 et 2 ans, respectivement. L'abondance des mâles adolescents du stade VIII avec une LC entre 34 et 44 mm a aussi été estimée comme un indice du recrutement à long-terme. Au moins six ans sont nécessaires pour qu'un mâle adolescent du stade VIII atteigne la taille commerciale de 95 mm LC. De plus, les indices d'abondance des femelles pubères, primipares et multipares ont été estimés.

The major changes recommended by the Snow Crab Assessment Methods Framework Science Review of 2011 were the expansion of the biomass estimation polygon (20 to 200 fathoms corresponding to the areal extent of bottom temperatures < 5 °C which are favourable for snow crab) to cover the sGSL biological unit and the use of KED applies to catches in weights. The change in methodology required a recalculation of the area estimation polygons, the time series of biomass estimates, exploitation rates and the Precautionary Approach reference points. Comparisons with the previous method are also presented.

Les plus importants changements recommandés par l'examen cadre de novembre 2011 ont été d'utiliser un polygone agrandi défini par la zone de profondeur de 20 à 200 brasses qui correspond à la surface recouverte par les eaux avec des températures de fond < 5 °C, qui sont favorables pour le crabe des neiges, pour mieux couvrir l'unité biologique du sgSL. L'autre recommandation était d'utiliser le KED appliqué aux prises en poids. Ces changements de méthodologie ont nécessité de recalculés les surfaces des polygones d'estimation, les estimés de la biomasse de la série chronologique, les taux d'exploitation, et

les points de référence de l'Approche de Précaution. Les comparaisons avec l'ancienne méthode sont aussi présentées.

A second fishery independent survey of the sGSL is used to provide an index of abundance of commercial-sized male crab. The multi-species research vessel bottom trawl survey, a stratified random design, has been conducted annually in September with an index of commercial-sized male crab abundance since 2001.

Un second relevé indépendant à la pêche dans le sgSL est utilisé pour produire un indice de l'abondance des crabes mâles adultes de taille commerciale. Le relevé au chalut de fond multi-espèces avec le navire de recherche, suivant un plan d'échantillonnage au hasard stratifié, est effectué annuellement en septembre avec un indice de l'abondance des crabes mâles de taille commerciale depuis 2001.

3.2. ESTIMATION OF THE ANNUAL MORTALITY (*Z*) AND EXPLOITATION RATE

3.2. ESTIMATION DE LA MORTALITÉ ANNUELLE (*Z*) ET TAUX D'EXPLOITATION

The estimation of the annual mortality (*Z*) of commercial-sized adult male crab was estimated from the biomass estimates derived from the post-fishery trawl survey.

L'estimation de la mortalité annuelle (*Z*) des crabes mâles adultes de taille commerciale a été estimé à partir des estimés de biomasse dérivées à partir du relevé au chalut post-saison.

$$Z = -Ln(N_t^{3,4,5} / N_{t-1}^{1,2,3,4,5})$$

$N_{t-1}^{1,2,3,4,5}$: the estimated abundance of commercial-sized adult crab with carapace conditions 1 to 5 after the fishery in year *t* -1,

$N_t^{3,4,5}$: the estimated abundance of commercial-sized adult crab with carapace conditions 3, 4 and 5 after the fishery in year *t*.

$$Z = -Ln(N_t^{3,4,5} / N_{t-1}^{1,2,3,4,5})$$

$N_{t-1}^{1,2,3,4,5}$: l'abondance estimée des crabes mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 1 à 5 après la pêche de l'année *t* - 1;

$N_t^{3,4,5}$: l'abondance estimée des crabes mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 3, 4 et 5 après la pêche de l'année *t*.

The proportion of annual loss is calculated as $(1 - \exp^{-Z})$ or simply $(N_{t-1} - N_t) / (N_{t-1})$.

La proportion annuelle perdue est calculée par $(1 - \exp^{-Z})$ ou simplement $(N_{t-1} - N_t) / (N_{t-1})$.

The exploitation rate was calculated as the ratio of the catch (t) in the fishery of year *t*, ($C_t^{3,4,5}$) and the commercial biomass (B_{t-1}) estimated from the previous year *t – 1*.

Le taux d'exploitation a été calculé comme étant le ratio entre les débarquements (t) de la pêche à l'année *t*, ($C_t^{3,4,5}$) et la biomasse commerciale (B_{t-1}) estimée à l'année précédente *t - 1*.

$$ER_t = C_t^{3,4,5} / B_{t-1}^{1,2,3,4,5}$$

This exploitation rate calculation does not consider any changes in unfished biomass due to natural mortality.

Ce calcul de taux d'exploitation ne tient pas compte de changements de la biomasse non-pêchée en raison de la mortalité naturelle.

3.3. RISK ANALYSIS AND CATCH OPTIONS

The Bayesian model described by Surette and Wade (2006) was used to forecast the biomass of the recruitment to the fishery (R-1, commercial-sized adult male crab of carapace conditions 1 and 2) based on the estimated abundances of pre-recruits R-4, R-3 and R-2 for the sGSL from the trawl survey, three, two and one year into the future, respectively. The model incorporated uncertainties associated with observation errors, process errors, and diffuse priors on the distributions (Surette and Wade 2006).

The predicted recruitment to the fishery was calculated by using weights per station from size-frequency distribution of pre-recruits R-4, R-3 and R-2. The size increments from molting of pre-recruits R-4, R-3 and R-2 were set using a growth model for adolescent male snow crab (Hebert et al. 2002).

The basic model used to relate random variables from one demographic group to another is the log-normal linear model. This model is multiplicative rather than additive and can be expressed as:

$$Y = X^a * e^b * e^{\varepsilon}, \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2_p)$$

where a, b and σ^2_p are model parameters and X, Y and ε are random variables. Note that σ^2_p is referred to as the *process error* on the log-scale in contrast with the errors associated with X and Y, which are referred to as observation errors. The model is linearized to an additive linear regression model by a logarithm transformation:

$$\ln Y = a \ln X + b + \varepsilon, \; \varepsilon \sim N(0, \sigma^2_p)$$

The forecasted recruitment to the fishery in year t+1 based on the abundance of prerecruits R-2 was done using KED in weights along with the revised expanded

3.3. ANALYSE DE RISQUE ET OPTIONS DE CAPTURE

Le modèle Bayésien décrit par Surette et Wade (2006) a été utilisé pour prédire la biomasse du recrutement à la pêcherie (R-1, crabes mâles adultes de taille commerciale de conditions de carapace 1 et 2) à partir des estimés d'abondances des prérecrues R-4, R-3 et R-2 pour le sgSL à partir du relevé au chalut, trois, deux et une année dans le futur, respectivement. Le modèle incluait les incertitudes comme les erreurs d'observation, les erreurs de processus et les distributions à priori diffuses (Surette et Wade 2006).

La prédiction du recrutement à la pêcherie a été calculée en utilisant les poids par station à partir de la distribution des fréquences de taille des prérecrues R-4, R-3 et R-2. Les augmentations de taille à la mue des prérecrues R-4, R-3 et R-2 ont été basées sur un modèle de croissance des crabes des neiges mâles adolescents (Hébert et al. 2002).

Le modèle de base utilisé pour relier les variables aléatoires d'un groupe démographique donné à un autre est le modèle linéaire log-normal. Ce modèle est multiplicatif plutôt qu'additif et est exprimé comme suit :

où a, b and σ^2_p sont les paramètres du modèle et X, Y et ε sont des variables aléatoires. Notez que σ^2_p est une erreur de processus sur l'échelle logarithmique contrairement aux erreurs associés avec X et Y, qui sont des erreurs d'observation. Une transformation logarithmique permet un modèle de régression linéaire additif:

La projection du recrutement à la pêcherie à l'année t+1 à partir de celle des prérecrues R-2 a été produite en utilisant le KDE en poids et le nouveau polygone agrandit de 57 840 km^2.

polygon of 57,840 km^2. The biomass of hard-shelled crab (also called the residual biomass) at year *t*+1 was forecasted using the commercial biomass from the trawl survey in year *t* (includes residual biomass and the recruitment), adjusted for the catch option in year *t*+1, and for losses not attributed to fishing (Surette and Wade 2006).

4.0. RESULTS AND DISCUSSION

4.1. ESTIMATES OF BIOMASS AND EXPLOITATION IN 2011

Of the 355 stations sampled during the 2011 trawl survey, 2 tows were abandoned and 46 tows were rejected the first time and repeated with success (Fig. 2). This represents 13.0% of the total number of stations sampled in 2011, (Table 1). The number of tows for which the Netmind® system data were deemed unusable to estimate the trawl swept area was 51, representing 14.4% of the total (Table 1). The average tow swept area in 2011 (2,707.6 m^2) is within the range of the time series average of 2,698.7 ± 231.3 m^2 (Table 1). The 2011 trawl survey started on July 13 and ended on October 4 (Table 1). It took 39 days at sea during the period of 84 days to complete the survey (Table 1).

4.1.1. Southern Gulf

Variogram

The variogram model averaged over 3 years for commercial-sized adult males in 2011 showed a nugget value at 0.4553 X10^6 of semi-variance, a sill situated at 1.468 x10^6 of semi-variance and a range of 17.38 km (Fig. 3). The annual variogram model for 2011 showed a nugget value of 0.4069 x 10^6, a sill at 1.477 x10^6 of semi-variance and a range of 20.09 km (Fig. 4).

La biomasse des crabes à carapace dure (aussi appelée la biomasse résiduelle) à l'année *t*+1 a été projetée en utilisant la biomasse commerciale estimée à partir du relevé à l'année *t* (incluant la biomasse résiduelle et le recrutement), ajustée en fonction de l'option de capture à l'année *t*+1, et les pertes non attribuables à la pêche (Surette et Wade 2006).

4.0. RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1. ESTIMATION DE LA BIOMASSE ET EXPLOITATION EN 2011

Sur les 355 stations échantillonnées durant le relevé au chalut de 2011, 2 traits ont été abandonnés, 46 traits de chalut ont été rejetés la première fois et répétés avec succès (fig. 2). Ceci représente 13,0% du nombre total de stations échantillonnés en 2011 (tableau 1). Le nombre de traits dont les données du système Netmind® n'étaient pas utilisables pour estimer la surface chalutée du trait était de 51, ce qui représente 14,4% du nombre total (tableau 1). La surface moyenne chalutée en 2011 (2 707,6 m^2) est à l'intérieur de la marge de la moyenne de la série chronologique de 2 698,7 ± 231,3 m^2 (tableau 1). Le relevé de 2011 a débuté le 13 juillet et s'est terminé le 4 octobre (tableau 1). Cela aura pris 39 jours mer sur une période de 84 jours pour compléter le relevé (tableau 1).

4.1.1. Sud du golfe

Variogramme

Le variogramme moyenné sur 3 ans pour les mâles adultes de taille commerciale en 2011 a donné un effet de pépite de 0,4553 x 10^6 de semi-variance, un seuil se situant à 1,468 x10^6 de semi-variance et une portée de 17,38 km (fig. 3). Le variogramme annuel pour 2011 indiquait un effet de pépite de 0,4069 x 10^6 de semi-variance, un seuil de 1,477 x 10^6 de semi-variance et une portée de 20,09 km (fig. 4).

KED in numbers for the polygon of 44,302 km^2

The 2011 sGSL trawl survey commercial biomass was 53,246 t (95% confidence interval (C.I.) range of 47,814 to 59,121 t), an increase of 74.8% relative to 2010 (Table 2a). The recruitment to the fishery at the time of the 2011 survey was estimated at 25,874 t (22,626– 29,454 t), an increase of 52.4% relative to 2010 and represents 48.6% of the commercial biomass (Table 2a). The 2011 residual biomass (adult commercial-sized males with carapace conditions 3, 4 and 5) was estimated at 27,616 t (23,659 – 32,041 t), an increase of 103.7% compared to the 2010 estimate (Table 2a).

KDE en nombres pour le polygone de 44 302 km^2

Le relevé au chalut de 2011 a révélé une biomasse commerciale dans le sgSL de 53 246 t (intervalle de confiance (I.C.) de 95% de 47 814 à 59 121 t), une augmentation de 74,8% par rapport à 2010 (tableau 2a). Le recrutement à la pêcherie au moment du relevé de 2011 a été estimé à 25 874 t (22 626 – 29 454 t), une augmentation de 52,4% par rapport à 2010 et représente 48,6% de la biomasse commerciale (tableau 2a). La biomasse résiduelle (mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 3, 4 et 5) a été estimée à 27 616 t (23 659 – 32 041 t), une augmentation de 103,7% comparativement à l'estimer de 2010 (tableau 2a).

KED in weights for the polygon of 44,302 km^2

The 2011 sGSL trawl survey commercial biomass was 53,942 t (95% confidence interval (C.I.) range of 48,332 to 60,021 t), an increase of 74.5% relative to 2010 (Table 2a). The recruitment to the fishery at the time of the 2011 survey was estimated at 24,594 t (17,639– 33,394 t), an increase of 39.2% relative to 2010 (Table 2a). The 2011 residual biomass (adult commercial-sized males with carapace conditions 3, 4 and 5) was estimated at 29,349 t (25,053 – 34,167 t), an increase of 121.6% compared to the 2010 estimate (Table 2a).

KDE en poids pour le polygone de 44 302 km^2

Le relevé au chalut de 2011 a révélé une biomasse commerciale dans le sgSL de 53 942 t (intervalle de confiance (I.C.) de 95% variant de 48 332 à 60 021 t), une augmentation de 74,5% par rapport à 2010 (tableau 2a). Le recrutement à la pêcherie au moment du relevé de 2011 a été estimé à 24 594 t (17 639 – 33 394 t), une augmentation de 39,2% par rapport à 2010 (tableau 2a). La biomasse résiduelle de 2011 (mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 3, 4 et 5) a été estimée à 29 349 t (25 053 – 34 167 t), une augmentation de 121,6% comparativement à l'estimer de 2010 (tableau 2a).

KED in numbers for the polygon of 57,840 km^2

The 2011 sGSL trawl survey commercial biomass was 63,789 t (95% confidence interval (C.I.) range of 56,832 to 71,357 t), an increase of 78.6% relative to 2010 (Table 2b). The recruitment to the fishery at the time of the 2011 survey was estimated at 31,151 t (26,957– 35,809 t), an increase of 56.3% relative to the 2010 (Table 2b). The 2011 residual biomass (adult commercial-sized

KDE en nombres pour le polygone de 57 840 km^2

Le relevé au chalut de 2011 a révélé une biomasse commerciale dans le sgSL de 63 789 t (intervalle de confiance (I.C.) de 95% variant de 56 832 à 71 357 t), une augmentation de 78,6% par rapport à 2010 (tableau 2b). Le recrutement à la pêcherie au moment du relevé de 2011 a été estimé à 31 151 t (26 957 – 35 809 t), une augmentation de 56,3% par rapport à l'estimer de 2010

males with carapace conditions 3, 4 and 5) was estimated at 33,005 t (27,945 – 38,711 t), an increase of 107.5% compared to 2010 (Table 2b).

(tableau 2b). La biomasse résiduelle en 2011 (mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 3, 4 et 5) a été estimée à 33 005 t (27 945 – 38 711 t), une augmentation de 107,5% comparativement à l'estimer de 2010 (tableau 2b).

KED in weights for the polygon of 57,840 km^2

The 2011 sGSL trawl survey kriging estimate of the commercial biomass was 63,162 t (95% confidence interval (C.I.) range of 55,965 to 71,022 t), an increase of 76.5% relative to the 2010 estimate of 35,795 t (31,681-40,291) (Table 2b). The recruitment to the fishery at the time of the 2011 survey was estimated at 29,394 t (20,909– 40,190 t), an increase of 44.4% relative to the 2010 of 20,351 t (15, 360-26,450 t) and represents 46.5% of the commercial biomass (Table 2b). The 2011 residual biomass (adult commercial-sized males with carapace conditions 3, 4 and 5) was estimated at 33,768 t (28,297 – 39,985 t), an increase of 118.6% compared to the 2010 estimate of 15,444 t (12,859-18,394 t) (Table 2b).

KDE en poids pour le polygone de 57 840 km^2

Le relevé au chalut de 2011 a révélé une biomasse commerciale dans le sgSL, estimé à partir du krigeage, de 63 162 t (intervalle de confiance (I.C.) de 95% variant de 55 965 à 71 022 t), une augmentation de 76,5% par rapport à 2010 qui était de 35 795 t (31 681-40 291 t) (tableau 2b). Le recrutement à la pêcherie au moment du relevé de 2011 a été estimé à 29 394 t (20 909 – 40 190 t), une augmentation de 44,4% par rapport à l'estimer de 2010 qui était de 20 351 t (15 360-26 450 t) et représente 46,5% de la biomasse commerciale (tableau 2b). La biomasse résiduelle en 2011 (mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 3, 4 et 5) a été estimée à 33 768 t (28 297 – 39 985 t), une augmentation de 118,6% comparativement à l'estimer de 2010 qui était de 15 444 t (12 859-18 394 t) (tableau 2b).

The difference in commercial biomass estimated from the 2011 trawl survey between KED in weights and KED in numbers for the standard polygon of 44,302 km^2 is 1.31% (Table 3). The mean difference is -2.02% for the time period from 1997 to 2011. The difference in commercial biomass estimated from the 2011 trawl survey between KED in weights and KED in numbers for the revised expanded polygon of 57,840 km^2 is – 0.98% (Table 3). The mean difference is -0.03% for the time series (1997-2011). The difference between KED in weights for the expanded polygon and KED in numbers for the standard polygon is 18.62% for the 2011 trawl survey biomass estimates (Table 3). The mean difference is 17.61% for the time series from 1997 to 2011 (Table 3).

La différence dans la biomasse commerciale estimée à partir du relevé au chalut de 2011 en utilisant KDE en poids et KDE en nombres pour le polygone original de 44 302 km^2 est de 1,31% (tableau 3). La différence moyenne est de – 2,02% pour la période de 1997 à 2011 (tableau 3). La différence dans la biomasse commerciale estimée à partir du relevé de 2011 en utilisant KDE en poids et KDE en nombres pour le polygone agrandit de 57 840 km^2 est de – 0,98% (tableau 3). La différence moyenne est de -0,03% pour la période de 1997 à 2011. La différence entre le KDE en poids pour le polygone agrandit et le KDE en nombres pour le polygone original est de 18,62% pour les estimés de biomasse du relevé de 2011 (tableau 3). La différence moyenne est de 17,61% pour la série de 1997 à 2011 (tableau 3).

The geographic concentrations of the commercial biomass from the 2011 trawl survey were mainly observed in Area 19, the southern and central parts of the Magdalen channel, Chaleur Bay and the American Bank (Fig. 7).

A comparison between the Bayesian model predicted fishery recruitment in 2011 based on the abundance of prerecruits in 2010 and the estimated biomass of this recruitment from the 2011 survey indicated that the estimated recruitment in 2011 was within the 95% confidence interval of the predicted value (Fig. 8). The relationship between the abundance of prerecruits R-2 at year *t* and the recruitment to the fishery at year *t* + 1 is shown in Figure 9. A number of factors can account for the variation in the recruitment rate of the prerecruits R-2 to the commercial-sized adult stage including unaccounted bycatch mortality, sampling uncertainties, natural mortality and variations in the molting schedule of precreruits (skip molting, molting to adolescent phase or molting to adult phase) especially if density-dependent phenomena occur.

Les concentrations géographiques de la biomasse commerciale provenant du relevé de 2011 ont été observées principalement dans la zone 19, les parties sud et centrales du canal des Îles-de-la-Madeleine, la baie des Chaleurs et dans le banc des Américains (fig. 7).

Une comparaison entre la prédiction du recrutement à la pêcherie pour 2011 selon le modèle Bayésien (à partir de l'abondance des prérecrues en 2010) et l'estimé de la biomasse du recrutement observé à partir du relevé de 2011 indique que celle-ci se situait dans la gamme des intervalles de confiance (95%) de la valeur prédite (fig. 8). La relation entre l'abondance des prérecrues R-2 à l'année *t* et du recrutement à la pêcherie à l'année *t* + 1 est présentée à la figure 9. Un nombre de facteurs peut contribuer à la variabilité dans le taux de recrutement des prérecrues R-2 jusqu'au stade des mâles adultes de taille commerciale incluant la mortalité des prises accidentelles non-reportées, les incertitudes en raison de l'échantillonnage, la mortalité naturelle et des variations dans le processus de la mue des prérecrues (sauts de mue, mue à la phase adolescente ou à la phase adulte) spécialement si les phénomènes de densité-dépendance se produisent.

4.1.2. Estimation of the portion of total biomass in each management fishing zones and buffer zones

The estimates of commercial biomass in each individual management zones (excluding buffer zones) and in each buffer zone are provided using KED by weight with the expanded polygon.

Area 12

The 2011 trawl survey estimate of commercial biomass for Area 12 was 51,381 t (45,110 – 58,274 t) (Table 4). The 2011 Area 12 biomass estimate corresponds to 82.43% of the sum of the independently estimated commercial

4.1.2. Estimation de la portion de la biomasse totale dans chacune des zones de gestion et des zones tampons

Les estimations de la biomasse commerciale dans chacune des zones de gestion (excluant les zones tampons) et dans chacune des zones tampons ont été produites en utilisant le KDE en poids avec le polygone agrandit.

Zone 12

Le relevé au chalut de 2011 a révélé une biomasse commerciale dans la zone 12 de 51 381 t (45 110 – 58 274 t) (tableau 4). La biomasse de 2011 dans la zone 12 correspond à 82,43% de la somme des

biomass in the four management zones.

Area 19

The 2011 post-fishery trawl survey estimate of the commercial biomass was 8,346 t (7,245 – 9,565 t) (Table 4). The 2011 Area 19 biomass estimate corresponds to 13.39% of the sum of the independently estimated commercial biomass in the four management zones.

Areas 12E and 12F

In both areas 12E and 12F, crab concentrations were found near the boundaries of the concentrations in the sGSL and the biomass estimates had very large confidence intervals and are consequently uncertain.

The Area 12E commercial biomass from the 2011 trawl survey was estimated at 705 t (162 – 2,023 t) (Table 4). The 2011 Area 12E biomass estimate corresponds to 1.13% of the sum of the independently estimated commercial biomass in the four management zones.

In Area 12F, the commercial biomass from the 2011 survey was estimated at 1,900 t (1,135 – 2,993 t) (Table 4). The 2011 Area 12F biomass estimate corresponds to 3.05% of the sum of the independently estimated commercial biomass in the four management zones.

Buffer zones

The commercial biomass estimates in the buffer zones have very large confidence intervals and are uncertain given the low number of stations within these small zones.

The commercial biomass in the buffer zone (2 nautical miles buffer zone) adjacent to Area 19 and 12F (Figs 1 and 6) was estimated at 112 t (44-239 t) (Table 4). The commercial biomass in the buffer zone (5-miles buffer zone) located south of Area 19 (Figs 1 and 6) was 684 t

biomasses estimées dans les quatre zones de gestion.

Zone 19

Le relevé au chalut post-saison de 2011 a révélé une biomasse commerciale de 8 346 t (7 245 – 9 565 t) (tableau 4). La biomasse de 2011 dans la zone 12 correspond à 13,39% de la somme des biomasses estimées dans les quatre zones de gestion.

Zones 12E et 12F

Dans les deux zones, les concentrations de crabes sont à la limite de la distribution de l'espèce dans le sgSL et les estimés de la biomasse commerciale ont des intervalles de confiance larges, et par conséquemment incertaines.

La biomasse commerciale du relevé de 2011 dans la zone 12E a été estimée à 705 t (162 – 2 023 t) (tableau 4). La biomasse de 2011 dans la zone 12E correspond à 1,13% de la somme des biomasses estimées dans les quatre zones de gestion.

Dans la zone 12F, la biomasse commerciale du relevé de 2011 a été estimée à 1 900 t (1 135 – 2 993 t) (tableau 4). La biomasse de 2011 dans la zone 12F correspond à 3,05% de la somme des biomasses estimées dans les quatre zones de gestion.

Zones tampons

Les estimés de la biomasse commerciale dans les zones tampons ont des intervalles de confiance très larges et sont considérées incertaines étant donné le nombre peu élevé de stations à l'intérieur de ces petites zones.

La biomasse commerciale dans la zone tampon (zone tampon de 2 milles nautique) adjacent à la zone 19 et 12F (figs 1 et 6) a été estimée à 112 t (44- 239 t) (tableau 4). La biomasse commerciale dans la zone tampon (zone tampon de 5 milles nautiques) située au

(424-952 t) (Table 4). The commercial biomass in the unassigned zone above Areas 12E and 12F (Fig. 6) was 32 t (0 – 235 t).

The sum of the commercial biomass estimates in the management zones and in the buffer and unassigned zones in 2011 was 63,160 t, very closed to the sGSL biomass estimate, 63,162 t (Table 4).

4.1.3. Exploitation rate

KED in numbers with a polygon of 44,302 km^2

The exploitation rate in 2011, which is the ratio between the landings of the 2011 fishery and the commercial biomass estimated from the 2010 trawl survey, was 35.2%. Exploitation rates have been relatively stable since 2000 at a level of about 40% (Table 5; Fig. 10).

KED in weights with a polygon of 57,840 km^2

The exploitation rate in 2011 was 29.9% (Table 5; Fig. 10). The recalculated exploitation rates varied between 20.8% and 45% from 1998 to 2010 (Table 5; Fig. 10).

4.1.4. Annual mortality (Z) and difference in commercial-sized adult males

The estimation of the annual mortality (Z), expressed as a proportion of commercial-sized adult male snow crab in the sGSL (Wade et al. 2003), was estimated at 5.6% in 2011 and varied between 45.8% and 82.5% since 1997 (Fig. 10). The commercial biomass estimate from the survey of 2010 was 24.3% lower than the sum of the residual biomass from the fall survey and the landings in 2011 (Fig. 11). Last year, the difference was 19% higher and the average difference over the time series was always higher at 34.0% (Fig. 11). The estimate of residual biomass in 2011 is abnormally high relative to the expected value from the 2010 survey and the fishery in 2011. This

sud de la zone 19 (figs 1 et 6) était de 684 t (424-952 t) (tableau 4). La biomasse commerciale dans la zone non-assignée au dessus de la zone 12E et 12F (fig. 6) était de 32 t (0-235 t).

La somme des estimés de la biomasse commerciale dans les zones de gestion et des zones tampons et la zone non-assignée en 2011 était de 63 160 t, très près de l'estimé de la biomasse commerciale du sgSL, 63 162 t (tableau 4).

4.1.3. Taux d'exploitation

KDE en nombres avec un polygone de 44 302 km^2

Le taux d'exploitation en 2011, qui est le rapport entre les débarquements de 2011 et la biomasse commerciale estimée d'après le relevé au chalut de 2010, était de 35,2%. Les taux d'exploitation ont été relativement stables depuis 2000 à un niveau d'environ 40% (tableau 5; fig. 10).

KDE en poids avec un polygone de 57 840 km^2

Le taux d'exploitation en 2011 était de 29,9% (tableau 5; fig. 10). Les taux d'exploitation recalculés ont varié entre 20,8% et 45% de 1998 à 2010 (tableau 5; fig. 10).

4.1.4. Mortalité annuelle (Z) et différence des crabes adultes de taille commerciale

L'estimation de la mortalité annuelle (Z), exprimée en proportion des crabes mâles adultes de taille commerciale dans le sgSL (Wade et al. 2003), a été estimée à 5.6% en 2011 et a varié entre 45.8% et 82.5% depuis 1997 (fig. 10). La biomasse commerciale d'après le relevé au chalut de 2010 était 24,3% plus basse que la somme de la biomasse résiduelle d'après le relevé au chalut de l'automne 2011 et les débarquements de 2011 (fig. 11). L'an passé la différence était 19% plus élevée et la différence moyenne de la série chronologique a toujours été plus élevée se situant à 34,0% (fig. 11). L'estimé de la biomasse résiduelle

discrepancy may be due to a number of factors including misattribution of recruitment (carapace conditions 1 and 2) in 2011 to residual biomass (especially carapace condition 3) due to variations in molting period and carapace hardening during 2010 and 2011, possible underestimates of biomass in 2009 and 2010 and / or overestimates of biomass in 2011 (including variations in survey catchability), and immigration of crab from outside the sGSL biological unit.

en 2011 est anormalement élevé par rapport à la valeur attendue à partir du relevé de 2010 et la pêche de 2011. Cette différence peut être attribuée à un nombre de facteurs incluant une mauvaise attribution du recrutement (conditions de carapace 1 et 2) en 2011 à la biomasse résiduelle (spécialement la condition de carapace 3) en raison des variations dans la période de la mue et du durcissement de la carapace en 2010 et 2011, une possible sous-estimation de la biomasse en 2009 et 2010 et / ou une surestimation de la biomasse en 2011 (incluant les variations dans la capturabilité du relevé), et l'immigration des crabes de l'extérieur de l'unité biologique du sgSL.

A simple comparison between the difference in the amount of estimated biomass in 2010 (remaining biomass of 15,444 t and recruitment biomass of 20,351 t), and the total landings in 2011 fishery (10,708 t) and remaining biomass after the 2011 season (33,768 t) indicated an excess of about 8,700 t of remaining biomass from expected (Fig. 11). Although the higher remaining biomass could be explained in part by the overlapping confidence limits of the estimates, this abnormally high value needs some in-depth verification. This also resulted in an abrupt decline of total mortality rate (Fig. 10). This value is not comparable to other years as the fishery exploitation rate based on the 2010 biomass estimates (29.9%) is higher than the calculated total loss (5.6%) based on residual biomass in 2011 and commercial biomass in 2010. Furthermore, in the past 14 years of biomass estimation, the post-fishery calculated biomass (residual biomass plus the landings in year t+1) has always been less than the pre-fishery commercial-sized adult male biomass (recruitment plus residual biomass in year t) except for the 2011 survey (Fig. 11).

Une comparaison simple entre la différence de la quantité des estimés de biomasse en 2010 (biomasse résiduelle de 15 444 t et la biomasse du recrutement de 20 351 t), et la somme des débarquements dans la pêche de 2011 (10 708 t) et la biomasse résiduelle après la pêche de 2011 (33 768 t) indique un surplus d'environ 8 700 t dans la biomasse résiduelle (fig. 11). Malgré que cette biomasse résiduelle élevée peut être expliquée par le chevauchement des intervalles de confiance de chaque estimé, cette valeur anormalement élevée demande des vérifications plus approfondies. Ceci a aussi résulté à un déclin abrupt du taux de la mortalité totale (fig. 10). Cette valeur n'est pas comparable aux autres années puisque le taux d'exploitation de la pêche basé sur l'estimé de la biomasse de 2010 (29,9%) est plus élevé que la perte totale calculée (5,6%) basée sur la biomasse résiduelle en 2011 et la biomasse commerciale en 2010. De plus, dans les 14 dernières années d'estimation de la biomasse, la biomasse calculée après la pêche (la somme de la biomasse résiduelle et les débarquements à l'année t + 1) a toujours été plus basse que la biomasse calculée avant la pêche (la somme du recrutement et la biomasse résiduelle à l'année t) à l'exception de 2011 (fig. 11).

The remaining biomass is composed of three different carapace condition categories (CC3, 4 and 5). The abundance estimate of each

La biomasse résiduelle est composée de trois différentes catégories de conditions de la carapace (CC3, 4 et 5). L'estimé d'abondance

category (Table 6) showed that 77-79% of the remaining biomass in 2010 and 2011 was composed of CC3. The recruitment to the fishery decreased from 2004 to its lowest level in 2009, and then started to increase steadily. The recruitment of the year (CC1 + 2) is technically one of the easiest categories to identify on board, and is composed of a single generation. Therefore, the trend in fluctuation of the recruitment to the fishery should be indicative of the CC3 of the following year (although the level of exploitation plays an important role for the remaining biomass). The forecasted biomass of R-1 in 2008 and 2009 (Table 7) cannot explain the significant increase of remaining biomass in the 2011 survey.

de chaque catégories (tableau 6) a montré que 77-79% de la biomasse résiduelle en 2010 et 2011 était composée de crabes de CC3. Le recrutement à la pêcherie a été en diminution depuis 2004 pour atteindre son plus bas niveau en 2009, et en progression par la suite. Le recrutement de l'année (CC1+2) est techniquement la plus facile des catégories à identifier à bord et est composée d'une seule génération. Ainsi, la tendance dans la fluctuation du recrutement à la pêcherie devrait être un bon indicateur de l'abondance des crabes de CC3 de l'année suivante (malgré que le niveau d'exploitation joue un rôle important dans la biomasse résiduelle). Les biomasses prévues du recrutement (R-1) en 2008 et 2009 (tableau 7) ne peuvent expliquer une augmentation soudaine de la biomasse des crabes avec CC3 dans le relevé de 2011.

There could be three main possibilities other than the overlap of the confidence limit range for the estimates; 1) there was immigration of a significant amount of CC3 crabs from outside the survey area (e.g. from Scotian Shelf) to Area 19 and adjacent habitat, 2) the remaining biomass is overestimated, and 3) underestimation of commercial biomass in 2010 and 2011.

Il pourrait avoir trois possibilités principales autre que celle du chevauchement des intervalles de confiance pour ces estimés; 1) il y a eu une immigration d'une quantité importante de crabes avec CC3 de l'extérieur de la couverture du relevé (à partir du plateau néo-écossais) dans la zone 19 et les régions adjacentes, 2) la biomasse résiduelle est surestimée, et 3) une sous estimation de la biomasse commerciale en 2010 et 2011.

Immigration of a significant amount of CC3 crabs from outside the survey area may be possible. There is also a possibility of crab migration from northwestern part of the sGSL (Area 12A). However, this fishing area is very small in surface and does not contain high biomass (landings have never exceeded 250 t since 1994: DFO 2011). Therefore, it is unlikely that a large amount of residual biomass migrated into the sGSL from northwestern border.

Une importante immigration dans la quantité des crabes avec CC3 de l'extérieur de la couverture du relevé pourrait être possible. Il y a d'autre possibilité d'immigration de crabes provenant du nord-ouest du sgSL (zone 12A). Cependant, cette zone de pêche est très petite en surface et ne contient pas une grande biomasse (les débarquements annuels n'ont jamais dépassés les 250t depuis 1994; MPO 2011). Par conséquent, il est peu probable qu'un montant significatif de la biomasse résiduelle ait parvenue de ce côté dans le sgSL.

Based on the tag-recapture results for crabs tagged on the eastern side of Cape Breton Island in the last four years, more movement has been observed in the northeastern Nova Scotia (N-ENS) this season than was seen in

En se basant sur les résultats de marquage-recapture des crabes étiquetés à l'est du Cap-Breton dans les quatre dernières années, on a observé plus de mouvement dans la partie nord-est de la Nouvelle-Écosse (n-eNÉ) cette

the previous three seasons (Fig. 12; pers. com. Ben Zisserson, Jae Choi, DFO Maritimes Region). In N-ENS, the 2010 post-fishery snow crab fishable biomass was 2,810 t (2,180-3,780 t), relative to 2,790 t (2,220-3,840 t) in 2009. The prerecruit pulse of male crab detected in the mid-2000s is expected to fully enter the fishable biomass starting in 2011/2012. Positive signs in adolescent crab abundance suggest continued recruitment to the fishery for the next 2 to 3 years in ENS (DFO 2010a). Although some immigration of commercial crabs into the sGSL from N-ENS is expected due to the current recruitment phase in N-ENS, it is unlikely that an abrupt increase in CC3 crab could be solely attributed to the immigration of crabs from outside the sGSL.

année que durant les trois dernières années (fig. 12, comm. Pers. Ben Zisserson, Jae Choi, MPO, Régions des Maritimes). Dans le N-ENÉ, la biomasse de crabe des neiges disponible à la pêche en 2010 était de 2 810 t (2 180 – 3 780 t) comparativement à 2 790 t (2 220-3 840 t) en 2009. La vague de prérecrues détectée au milieu des années 2000 est prévue d'entrer dans la biomasse disponible à la pêche à partir de 2011 et 2012. Des signes positifs dans l'abondance des crabes adolescents suggèrent un recrutement à la pêche continu pour les trois prochaines années dans le n-eNÉ (MPO 2010a). Malgré une certaine immigration de crabes de taille commerciale vers la partie sud-est du sgSL provenant du n-eNÉ en raison de la phase de recrutement au n-eNÉ, il est peu probable que l'augmentation abrupte des crabes avec CC3 peut seulement être attribuée à une immigration provenant de l'extérieur du sgSL.

The abundance index of snow crab in the sGSL September multi-species bottom trawl survey (DFO 2012b) showed similar trends in commercial male snow crab abundance between 2001 and 2011 as the biomass estimates from the dedicated snow crab survey. The index of abundance declined from 2008 to 2009, remained low in 2010 and increased in 2011. Therefore, an underestimation of the commercial biomass in 2009 and 2010 or an overestimation of the commercial biomass in 2011 is also unlikely.

L'indice de l'abondance du crabe des neiges estimée par le relevé au chalut de fond multi-espèce de septembre (MPO 2012b) a montré une tendance similaire dans la biomasse commerciale entre 2001 et 2011 telles que les estimés de biomasses commerciales provenant du relevé au chalut dédié au crabe des neiges. L'indice d'abondance a diminué de 2008 à 2009, a demeuré bas en 2010 et a augmenté en 2011. Par conséquent, une sous-estimation de la biomasse commerciale en 2009 et 2010 ou une surestimation de la biomasse commerciale en 2011 est peu probable.

However, overestimation of a given carapace category of crab is possible due to a misclassification of carapace condition. Although the classification method currently used has some element of subjectivity (i.e. visual classification), it has been fairly consistent in the past (the same sampler since 1993). However, there could be one biological reason that might induce misclassification of carapace categories. The newly molted commercial crabs accounted in the survey of a given year consist of normal adolescent molters and adolescent skip molters. Skip molters in the spring 2010 would have molted

Cependant, une surestimation d'une catégorie donnée de crabe pourrait être possible en raison d'une mauvaise classification de la condition de la carapace. Malgré que la méthode actuelle de la classification de la condition de la carapace ait quelques éléments de subjectivité (i.e. classification visuelle), elle a demeurée assez consistante dans le passé (même échantillonneur depuis 1993). Cependant, il pourrait y avoir une raison biologique qui pourrait expliquer une mauvaise classification dans les conditions de la carapace. Les crabes de taille commerciale récemment mués mesurés dans le relevé

in late 2010 (December) or early 2011, and earlier than the normal molting season of February to April (Hébert et al. 2002). Due to the earlier molting of the skip molters, the external features of thes crab in late summer to fall (September-October) would have appeared at a more advanced stage than normal molters of the year especially towards the later period of the season. The abundance of skip molters has been fluctuating, and two peaks of high abundance were observed in Area 12 in 1992 and 2003, and in Area 19 in 1999 and 2010 (Figs. 13 and 14). Although skip molters may skip molting for two molting seasons, the majority seem to skip only one year. Therefore, the high molting activity of skip molters should have occurred in the following years i.e. 1993 and 2004, and 2000 and 2011 in Area 12 and Area 19, respectively. This was true in Area 12 for both instances. In Area 19, the recruitment biomass abruptly increased from 2,200 t in 1999 to 4,900 t in 2000 (Hébert et al. 2011) whereas there was a significant increase in residual biomass instead from 2,600 t in 2010 to 6,600 t in 2011.

pour une année donnée proviennent des crabes adolescents de mue normale et des crabes adolescents saut de mue. Les crabes adolescent saut de mue au printemps 2010 ont mués tard en 2010 (décembre) ou au début de 2011, ce qui est plus tôt que la période de la mue normale qui a lieu entre février et avril (Hébert et al. 2002). En raison de la mue plus tôt des crabes sauts de mue, les caractérisations externes de ce crabe tard en été et en automne (septembre-octobre) auraient pu être à un stade plus avancé que les crabes de mue normale de l'année. L'abondance des crabes sauts de mue a fluctué et deux sommets de grandes abondances ont été observés dans la zone 12 en 1992 et 2003, et dans la zone 19 en 1999 et 2010 (figs. 13 et 14). Quoique les crabes sauts de mue peuvent demeurer deux saisons sans muer, la majorité semble sauter la mue seulement une année. Ainsi, la mue des crabes sauts de mue aurait dû se produire l'année suivante, i.e. 1993 et 2004 dans les zones 12, 2000 et 2011 dans la zone 19. Ceci s'est avéré vrai dans les deux cas concernant la zone 12. Pour la zone 19, la biomasse de recrutement a brusquement augmenté de 2 200 t en 1999 à 4 900 t en 2000 (Hébert et al. 2011), alors qu'il y a plutôt eu une augmentation significative de la biomasse résiduelle de 2 600 t en 2010 à 6 600 t en 2011.

Assuming that classification of carapace conditions is consistent during the period of the bottom trawl survey in relation to the length of the survey period over the years, the ratio between crabs in CC1 + 2 and CC1 + 2 + 3 should be consistent unless there is strong local aggregation of either category. A peculiar drop of this ratio was observed at the end of the survey period in 2004 and 2011 (Figs 15a and 15b). The survey in the sGSL usually starts from Area 12F, Area 12E, PEI area, Chaleur Bay, Bradelle Bank, then moves to the Cape Breton Corridor and in Area 19 after the closure of this area usually in early September (Fig. 16). Therefore, the tows in the last 2-3 weeks of the survey are usually done in Area 19 and in adjacent areas (Fig. 16).

En assumant que la classification des conditions de la carapace est consistante pendant la période du relevé au chalut en fonction la durée du relevé au cours des années, le ratio entre les crabes avec CC 1+2 et CC 1+2+3 ne devrait pas théoriquement changer à moins qu'il y a une forte concentration locale de ces crabes. Une diminution soudaine dans ce ratio a été observée vers la fin de la période du relevé en 2004 et 2011 (figs 15a et 15b). Le relevé dans le sgSL débute généralement dans la zone 12F, la zone 12E, la région de l'Î.-P.-É., la baie des Chaleurs, le banc Bradelle et ensuite le corridor du Cap-Breton et la zone 19 après la fermeture de celle-ci normalement en début de septembre (fig. 16). Ainsi, les traits lors des 2-3 dernières semaines du relevé ont été

habituellement effectués dans la zone 19 et dans les régions adjacentes (fig. 16).

A sudden decline in the ratio (CC1+2 / CC1 + 2 + 3) was observed in the last 4 weeks of the 2011 sGSL trawl survey. A high abundance of skip molters might have molted in 2010 in Area 19 and the delayed timing of survey in this area (mid September-early October) might have resulted in a misclassification of carapaces especially in the southeastern part of the sGSL. The similar drop of this ratio observed in 2004 could not be explained by the spatio-temporal pattern of the survey as there was no peculiar difference in spatio-temporal pattern of survey itinerary in 2004 (Fig. 16).

Une diminution soudaine du ratio CC 1+2/ CC 1+2+3) a été observée au cours des quatre dernières semaines du relevé dans le sgSL en 2011. Une abondance élevée des crabes adolescents sauts de mue qui aurait mué en 2010 dans la zone 19 et les régions adjacentes et le délai dans la période du relevé dans cette région (fin septembre-début octobre) aurait pu amener à une mauvaise classification des conditions de la carapace spécialement dans la partie sud-est du sgSL. Une baisse semblable de ce ratio observé en 2004 ne pouvait pas être expliquée par le patron spatio-temporel du relevé étant donné qu'aucune différence particulière dans le patron spatio-temporel de l'itinéraire du relevé n'a été observée en 2004 (fig. 16).

The high percentage of skip molters within Area 19 observed in 1999 did not affect the classification of carapace conditions during the 2000 survey possibly due to earlier completion of the survey in 2000. There has been higher abundance of skip molters in Area 12 compared to Area 19 in the past, however since the survey has always been conducted in the western half portion of the sGSL first, it might not have impacted on the misclassification of carapace conditions to the same extent compared to the eastern half of the sGSL.

L'abondance élevée de crabes sauts de mue dans la zone 19 observée en 1999 n'a pas eu d'effet sur la classification des conditions de carapace durant le relevé de 2000 possiblement en raison d'une durée plus court du relevé durant cette année. Il y a eu une abondance plus élevé de crabes sauts de mue dans la zone12 comparé à la zone 19 dans le passé, cependant puisque le relevé était toujours réalisé dans la partie ouest du sgSL d'abord, il se peut qu'il n'y a pas eu autant d'effet sur la classification des conditions de carapace que pour la partie est du sgSL.

Another possibility of overestimation of CC 3 crabs in 2011 might be due to the movement of crab within the southeastern portion of the sGSL. It is known that a more dynamic movement of commercial-sized male crabs occurs in this area compared to the remaining sGSL (Biron et al. 2008). A longer sampling period in this area could result in an over-estimation of the biomass by double counting the crabs moving within the survey area. The only possibility of verifying this phenomenon is to tag commercial-sized adult males caught during the survey in the adjacent area to Area 19.

Une autre possibilité de surestimation des crabes avec CC 3 en 2011 serait peut-être attribuée par un mouvement de crabes à l'intérieur de la partie sud-est du golfe pendant la période du relevé. Il est reconnu que le mouvement des crabes adultes de taille commerciale est plus dynamique dans cette région comparé au reste du sgSL (Biron et al. 2008). Un délai plus long dans la période d'échantillonnage dans cette région aurait pu contribuer à une surestimation de la biomasse commerciale en comptant deux fois les crabes qui seraient déplacés à l'intérieur de la zone du relevé. La seule possibilité pour vérifier ce phénomène est par un étiquetage des mâles

Although the survey duration varied from year to year, it is important to minimize the duration to avoid possible negative impacts on the survey results. Further investigation of the survey data is necessary to verify the relationship between the carapace conditions and the spatio-temporal pattern of the itinerary of the survey.

4.1.5. Reproductive potential

The fluctuations in abundance of hard-shelled adult males and mature females are not synchronized because of differences in size and age at terminal molt (Figs 17 and 18). The abundance of mature females remained high in 2011 relative to the low values observed during 2005 to 2009 but still lower than the high value of 1999 (Fig. 17). The annual mean size of mature females since 1997 varied from 57.4 mm in 1999 to 61.7 mm CW in 2005 (Fig. 19). The mean size of mature females was 58.0 mm CW in 2011 (Fig. 19).

5.0. RISK ANALYSIS OF CATCH OPTIONS AND PROGNOSIS

Within the Precautionary Approach framework (DFO 2009), the limit reference point for biomass (B_{lim}) defines the critical / cautious zones and an upper stock reference point (B_{USR}) delimits the cautious / healthy zones on the stock status axis. A removal rate limit reference point (F_{lim}) defines the maximum removal rate in the healthy zone. Reference points which conform to the Precautionary Approach have been developed in 2010 for the snow crab biological unit of the sGSL (DFO 2010b).

adultes de taille commerciale capturés durant le relevé dans la zone adjacente à zone 19.

Malgré que la durée du relevé ait varié d'année en année, il est important de réduire la durée du relevé pour éviter des effets négatifs sur les résultats du relevé. Une investigation approfondie des données du relevé est nécessaire afin de vérifier la relation entre les conditions de carapace et le patron spatio-temporel en relation avec l'itinéraire du relevé.

4.1.5. Potentiel reproducteur du stock

Les fluctuations dans les abondances annuelles des mâles adultes à carapace dure et des femelles matures ne sont pas synchronisées en raison de la différence de la taille et l'âge à la mue terminale (figs 17 et 18). L'abondance des femelles matures a demeuré élevée en 2011 par rapport aux faibles valeurs observées entre 2005 et 2009 mais plus basse que la valeur élevée observée en 1999 (fig. 17). La taille moyenne annuelle des femelles matures a varié entre 57,4 in 1999 et 61,7 mm LC en 2005 depuis 1997 (fig. 19). La taille moyenne a été de 58,0 mm LC en 2011 (fig. 19).

5.0. ANALYSE DE RISQUE DES OPTIONS DE CAPTURE ET PRONOSTIC

Dans le cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution (MPO 2009), le niveau de référence limite pour la biomasse (B_{lim}) établit la ligne de démarcation entre la zone critique et la zone de prudence, et le niveau de référence supérieur pour le stock (B_{NSR}) établit la ligne de démarcation entre la zone de prudence et la zone saine sur l'axe de l'état d'un stock. Le niveau de référence limite pour le taux d'exploitation (F_{lim}) définit le taux d'exploitation maximum dans la zone saine. Les points de référence conforment à l'approche de précaution ont été développés en 2010 pour l'unité biologique du crabe des neiges du sgSL (MPO 2010b).

Using the standard survey polygon of 44,302 km^2, the B_{USR} was 34,000 t of commercial-sized adult males of all carapace conditions which is 80% of the biomass of maximum sustainable yield (B_{msy}) with the proxy for B_{msy} chosen as 50% of the maximum estimated commercial biomass for the 1997 to 2008 time period (Table 5; Fig. 20). The B_{lim} value was 9,400 t (Table 5; Fig. 20). The B_{lim} was chosen as the lowest biomass of hard shelled commercial-sized adult males which was observed in 2000 (residual biomass estimated from the trawl survey) (DFO 2010b). The F_{lim} had been set at 40.1% (Table 5; Fig. 20), which is the average annual traditional exploitation rate calculated as catch (weight) in year *t+1* divided by the estimated biomass of commercial-sized adult male crab from the post-fishery trawl survey in year *t* for the 1997 to 2008 time period (DFO 2010b).

En utilisant le polygone standard de 44 302 km^2, le B_{NSR} était de 34 000 t de mâles adultes de taille commerciale de toutes conditions de carapace, qui est de 80% de la biomasse de rendement maximal durable (B_{RMD}) avec un estimation provisoire de B_{RMD} choisi correspondant à 50% de la biomasse commerciale maximale pour la période de 1997 à 2008 (tableau 5; fig. 20). La valeur du B_{lim} était de 9 400 t (tableau 5; fig. 20). Le B_{lim} a été choisi comme étant la plus basse biomasse des mâles adultes de taille commerciale à carapace dure qui a été observée en 2000 (biomasse résiduelle estimée à partir du relevé) (MPO 2010b). Le F_{lim} a été établi à 40,1% (tableau 5; fig. 20), qui est le taux d'exploitation traditionnel annuel moyen calculé en divisant les débarquements (poids) à l'année *t+1* par la biomasse des mâles adultes de taille commerciale à partir du relevé au chalut post-saison à l'année *t* pour la période de 1997 à 2008 (MPO 2010b).

The change in methodology derived from the 2011 Snow Crab Assessment Methods Framework Science Review required the recalculation of the time series of biomass estimates and the Precautionary Approach reference points (DFO 2012a). The rescaled B_{USR} is set at 41,400 t of commercial-sized adult males of all carapace conditions as estimated from the trawl survey (Table 5; Fig. 20). The rescaled B_{lim} value is 10,000 t (Table 5; Fig. 20). The rescaled F_{lim} has been set at 34.6% (Table 5; Fig. 20).

Le changement dans la méthodologie selon les recommandations de la revue des Sciences de l'examen sur les méthodes d'évaluation du crabe des neiges en 2011 a nécessité de recalculer les estimés de biomasse de la série chronologique et des points de référence de l'Approche de précaution (MPO 2012a). Le point de référence révisé du B_{NSR} est de 41 400 t de mâles adultes de taille commerciale de toutes conditions de carapace tels qu'estimés par le relevé au chalut (tableau 5; fig. 20). La valeur révisée de B_{lim} est de 10 000 t (tableau 5; fig. 20). Le F_{lim} révisé a été établi à 34,6% (tableau 5; fig. 20).

5.1. RISK ANALYSIS OF CATCH OPTIONS FOR 2012

The risk analysis of catch options for the sGSL considers the probabilities of being below B_{lim} and the probability of exceeding F_{lim} for catch options in the 2012 fishery. As well, the probabilities of the commercial-sized adult male biomass estimated from the post-fishery trawl survey being under than B_{USR} for catch

5.1. ANALYSE DE RISQUE DES OPTIONS DE CAPTURE POUR 2012

L'analyse de risque des options de capture pour le sgSL considère les probabilités d'être en dessous de B_{lim} et la probabilité d'excéder F_{lim} pour les options de capture dans la pêche de 2012. Aussi, les probabilités que la biomasse des mâles adultes de taille commerciale estimée à partir de relevé au

options in the 2012 fishery were also provided. The decision rules to put in practice the PA remain to be defined.

chalut post-saison soit plus basse que B_{NRS} selon les options de capture pour la pêche de 2012 ont été produites. Les règles de décision pour mettre en pratique l'AP restent à être établies.

The estimated commercial-sized adult male biomass available for the 2012 fishery is 63,162 t (55,965 to 71,022 t). The estimated commercial biomass (63,162 t) in the sGSL is in the healthy zone of the precautionary approach framework (Fig. 20). When the stock is in the healthy zone, the exploitation regime should not exceed the removal rate reference point (F_{lim}) of 34.6%.

L'estimation de la biomasse des mâles adultes de taille commerciale disponible pour la pêche de 2012 est de 63 162 t (55 965 – 71 022 t). L'estimation de la biomasse commerciale (63 162 t) dans le sgSL est dans la zone de santé du cadre de l'approche de précaution (fig. 20). Lorsque le stock se situe dans la zone de santé, le régime d'exploitation ne devrait pas dépasser le F_{lim} = 34,6%.

The predicted recruitment of commercial-sized adult male crab in the 2012 trawl survey, which will be soft-shelled crab during the fishery season, was estimated using the Bayesian model described by Surette and Wade (2006) and applied to the data for the entire sGSL (Table 7; Fig. 21). The predicted recruitment for the 2013 fishery is 40,700 t (95% C.I. range of 31,300 to 52,400 t).

Le recrutement prévu des mâles adultes de taille commerciale dans le relevé de 2012, qui seront à carapace molle durant la saison de pêche, a été estimé selon le modèle Bayésien décrit dans Surette et Wade (2006) et appliqué aux données pour l'ensemble du sGSL (tableau 7; fig. 21). Le recrutement prévu pour la pêche de 2013 est de 40 700 t (I.C. de 95% variant de 31 300 à 52 400 t).

The risk analysis of catch options relative to the management objectives are summarized in Table 8 and Figure 22. For the risk analysis with KED in number with the original polygon (as per 2011 risk analysis), a catch option of 21,352 t would give 50% chance of exceeding F_{lim} (40.1%), a 0% chance of falling below B_{lim} (9,400 t), and a 0.4% chance of being below the B_{USR} (34,000 t) (Table 8a). For the risk analysis with KED by weight using the expanded polygon (as per DFO 2012c), a catch option of 21,867 t would result in a 50% chance of exceeding F_{lim} (34.6%), a 0.2% chance of falling below B_{lim} (10,000 t), and a 0.2% chance of being below B_{USR} (41,400 t) (Table 8b).

Une analyse de risque des options de capture par rapport aux objectifs de gestion sont résumés au tableau 8 et à la figure 22. En prenant le KDE par nombre et le polygone original (tel que pour l'analyse de risqe de 2011), une option de capture de 21 352 t donnerait 50% de chance de dépasser F_{lim} (40,1%), 0% de chance de tomber en dessous de B_{lim} (9 400 t), et 0,4% de chance de tomber en dessous de B_{NRS} (34 000 t) (tableau 8a). En prenant le KDE par poids et le polygone agrandit (tel que recommandé dans MPO 2012c), une option de capture de 21 867 t donnerait 50% de chance de dépasser F_{lim} (34,6%), 0,2% de chance de tomber en dessous de B_{lim} (10 000 t) et 0,2% de chance de tomber en dessous de B_{NRS} (41 400 t) (tableau 8b).

5.2. PROGNOSIS

An increasing trend in recruitment of commercial-sized adult male crab to the fishery is anticipated until the 2014 fishery based on the Bayesian model using the survey abundances of adolescent males of sizes larger than 83 mm (R-2), between 69 and 82 mm (R-3) and between 56 and 68 mm CW (R-4), (Table 7, Fig. 21). A wave of small adolescent males of sizes between 21 to 42 mm was observed in the 2011 trawl survey (Fig. 23). The surface area occupied by the prerecruits ≥ 56 mm CW was comparable to 2010, but was mostly observed in Shediac Valley, Bradelle Bank, the central part of the Magdalen channel and Chaleur Bay (Fig. 24). The abundance of males of instar VIII with a CW between 34 and 44 mm remained at the same level as the peak observed in 2007 (Fig. 25).

The estimated abundances of immature and pubescent females in the population in recent years have been low (Figs 18 and 26). The abundance of mature females reached a peak in 2010 and it is at a lower level of abundance compared to those observed for the 1999 to 2002 survey period (Figs 18 and 26).

5.2. PRONOSTIC

Une augmentation du recrutement des mâles adultes de taille commerciale à la pêcherie est anticipée jusqu'à la pêche de 2014. Ce pronostic est basé sur le modèle Bayésien à partir des abondances des mâles adolescents de tailles plus grand que 83 mm (R-2), entre 69 et 82 mm (R-3) et entre 56 et 68 mm (R-4) observées dans le relevé (tableau 7, fig. 21). Une vague de petits mâles adolescents de tailles entre 21 et 42 mm a été observée dans le relevé de 2011 (fig. 23). La surface occupée par les prérecrues ≥ 56 mm LC en 2011 a été comparable à celle de 2010 mais a été surtout observés dans la vallée de Shédiac, le banc Bradelle, la partie centrale du canal des Îles et la baie des Chaleurs (fig. 24). L'abondance des mâles au stade VIII avec une LC entre 34 et 44 mm a demeuré au même niveau que le sommet observé en 2007 (fig. 25).

L'abondance des femelles immatures et pubères durant les dernières années ont été basses (figs 18 et 26). L'abondance des femelles matures a atteint leur sommet en 2010 et elle est moins élevée que celles observées dans les relevés lors de la période de 1999-2002 (figs 18 et 26).

6.0. UNCERTAINTIES

6.1. CHANGE IN THE SURVEY PROTOCOL AND VARIABILITY IN THE COMPOSITION OF COMMERCIAL BIOMASS

Over the years, different boats have been used to conduct the trawl survey. From 1988 to 1998, the "Emy-Serge", a 65-foot side-trawling (375 HP) wooden boat was used. From 1999 to 2002, the "Den C. Martin", a 65-foot stern-trawling (402 HP) steel boat, was used. Since 2003, the vessel used has been the "Marco-Michel", a 65 foot stern-trawling (660 HP) fiberglass boat. Also, the number of sampling stations and survey study area has increased since 1988. The standardization for

6.0. INCERTITUDES

6.1. CHANGEMENT AU PROTOCOLE DU RELEVÉ ET VARIABILITÉ DANS LA CONMPOSITION DE LA BIOMASSE COMMERCIALE

Différents bateaux ont été utilisés pour effectuer le relevé au chalut au cours des ans. Entre 1988 et 1998, le "Emy-Serge", un chalutier en bois de 65 pieds ayant une puissance de moteur de 375 ch avec déploiement sur le côté, a été utilisé. Entre 1999 et 2002, le "Den C. Martin", un chalutier en acier de 65 pieds avec une puissance de moteur de 402 ch et déploiement par la poupe, a été utilisé. Depuis 2003, le "Marco-Michel", un chalutier en fibre de verre de 65

the tow length, trawl opening width and area polygon for the time series 1988 to 2006 is described in Moriyasu et al. (2008). Nevertheless, without a comparative survey, it is not possible to estimate the potential effect of these vessel changes on abundance and biomass estimates.

pieds ayant une puissance de moteur de 660 ch et déploiement par la poupe est utilisé. De plus, une augmentation dans le nombre de stations échantillonnées et de la surface d'étude du relevé a eu lieu depuis 1988. Une standardisation pour la longueur du trait, l'ouverture du chalut et la surface des polygones de la série chronologique de l'abondance de 1988 à 2006 a été décrite dans Moriyasu et al. (2008). Puisque aucune étude de comparaison n'a été effectuée, il n'est pas possible d'estimer l'effet potentiel du changement de bateaux sur les estimés d'abondance et de biomasse.

A Snow Crab Assessment Methods Framework Science Review was conducted in November 2011 to address concerns about the variations in survey design and sample coverage, the standardization of area swept, and the area of the estimation polygon to be used (DFO 2012c). Following the review, it was agreed that the biomass time series from 1997 to the present was a coherent time series to be used in assessing stock status and providing catch advice. Further work was required to determine if the earlier part of the time series between 1989 and 1996 for which survey coverage was much less than the coverage from 1997 to the present, could also be used to assess snow crab abundance in the southern Gulf.

Un examen cadre des méthodes d'évaluation du stock de crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent a eu lieu à Moncton N.B., du 21 au 25 novembre 2011, pour adresser des préoccupations sur les variations des plans d'échantillonnage et de la couverture d'échantillonnage, la pondération de la surface chalutée, et la surface du polygone d'estimation à utiliser pour l'estimation de la biomasse (MPO 2012c). Suite à cette revue, il a été conclu que la série temporelle de biomasse commerciale depuis 1997 était une série cohérente pour les besoins de l'évaluation de l'état du stock de crabe des neiges et fournir des avis pour la pêche. Des travaux supplémentaires ont été recommandés pour déterminer si la série temporelle d'estimations de biomasse pour les années 1989 à 1996, pour laquelle la couverture du relevé était moins grande que celle effectuée depuis 1997, peut être conservée et servir à l'évaluation du stock de crabes du sud du golfe.

The estimate of residual biomass in 2011 is abnormally high relative to the expected value from the 2010 survey and the fishery in 2011. This discrepancy may be due to a number of factors including misattribution of recruitment (carapace conditions 1 and 2) in 2011 to residual biomass (especially carapace condition 3) due to variations in molting period and carapace hardening during 2010 and 2011, to underestimates of commercial biomass in 2009 and 2010 and / or overestimates of biomass in 2011 (including

L'estimé de la biomasse résiduelle en 2011 est anormalement élevé par rapport à la valeur attendue à partir du relevé de 2010 et la pêche de 2011. Cette différence peut être attribuée à un nombre de facteurs incluant une mauvaise attribution du recrutement (conditions de carapace 1 et 2) en 2011 à la biomasse résiduelle (notamment la condition de carapace 3) en raison des variations dans la période de la mue et du durcissement de la carapace durant 2010 et 2011, une possible sous-estimation des biomasses en 2009 et

variations in survey catchability), and immigration of crab from outside the southern Gulf biological unit. The possible accelerated hardening of newly molted crab becomes an issue the later the survey timing and this may have resulted in misattribution of recruitment to residual biomass in 2011. Year effects in survey biomass estimates (due to variations in survey catchability) can be verified using a secondary fishery independent survey such as the September multi-species survey.

2010 et / ou une surestimation de la biomasse en 2011 (incluant les variations dans la capturabilité du relevé), et l'immigration des crabes de l'extérieur de l'unité biologique du sud du golfe. Le durcissement accéléré possible des crabes récemment mués devient un facteur plus tard que le relevé s'effectue ce qui peut supporter une possible mauvaise attribution du recrutement à la biomasse résiduelle en 2011. Des effets annuels dans les estimés de biomasse du relevé (en raison de variations dans la capturabilité du relevé) peuvent être vérifiés en utilisant un second relevé indépendant de la pêche comme le relevé multi-espèces de septembre.

6.2. GROWTH

6.2. CROISSANCE

Recruitment to the fishery for snow crab is highly variable from year to year (Comeau and Conan 1992; Sainte-Marie et al. 1995; Comeau et al. 1998a; Moriyasu et al. 1998) depending on environmental conditions. In sGSL snow crab stocks, the biomass of commercial-sized adult male crab appears to fluctuate and to be characterized by periods of 3 to 4 years of high recruitment to the population followed by 3 to 4 years of low recruitment (Sainte-Marie et al. 1995; Comeau et al. 1998a; Moriyasu et al. 1998). Since molting activities in adolescent male peak in January for skip molters and in March for normal molters, most of the postmolt males are potentially catchable as soon as the fishery starts (generally at the end of April). Soft-shelled males in the commercial catches were found from late April to August in the sGSL (Hébert et al. 2002).

Le recrutement à la pêche chez le crabe des neiges est très variable d'une année à l'autre (Comeau et Conan 1992; Sainte-Marie et al. 1995; Comeau et al. 1998a; Moriyasu et al. 1998) et dépend des conditions environnementales et hydrologiques. Dans les stocks de crabe des neiges du sgSL, la biomasse des crabes mâles adultes de taille commerciale semble fluctuer et être caractérisé par des périodes de l'arrivée d'une grande abondance de recrutement pendant 3-4 ans, suivi d'un creux dans le recrutement sur une période de 3-4 ans (Sainte-Marie et al. 1995; Comeau et al. 1998a; Moriyasu et al. 1998). Puisque la mue chez les crabes mâles adolescents atteint un sommet en janvier pour les adolescents sauts de mue et en mars pour les adolescents de mue normale, la plupart des crabes en postmue sont potentiellement capturable par les casiers commerciaux aussitôt que la pêche commence (généralement à la mi-avril). Les crabes à carapace molle ont été présents dans les prises commerciales d'avril jusqu'à août dans le sgSL (Hébert et al. 2002).

The mechanism of molting to terminal phase is complex. Conan et al. (1988), and Comeau et al. (1998a) hypothesized that the molt to terminal phase for a given size group may be density-dependent rather than genetically determined. Waiwood and Elner (1982) hypothesized that the removal of large old crab

Le mécanisme qui supporte la mue des adolescents pour la phase terminale est complexe. Conan et al. (1988), et Comeau et al. (1998a) ont émis l'hypothèse que la mue pour la phase terminale, pour un groupe d'une taille donnée, pourrait être provoquée par des facteurs reliés à la densité plutôt qu'à des

would release the snow crab population from a "stagnant" to a "dynamic" high-growth phase. Comeau et al. (1998a) suggested that a high abundance of large mature (adult) males in the population may trigger molting to another larger juvenile (adolescent) instar stage instead of molting to the terminal phase. Alternatively growth could be inhibited resulting in an increased abundance of skip molters. The annual trawl survey since 1988 showed a very high (up to 50–60% in peak years) skip molting rate in adolescent males larger than 50 mm CW. Such a high percentage of skip molters may reflect a density-dependent effect on the molting schedule of larger adolescent males. This may be a driving factor affecting the strength and timing of recruitment to the fishery.

caractères génétiques. Waiwood et Elner (1982) ont émis l'hypothèse que le retrait des vieux crabes de grande taille aurait permis à la population du crabe des neiges de quitter une phase de "croissance stagnante" pour une phase de croissance élevée. Comeau et al. (1998a) suggèrent qu'une forte abondance des crabes mâles adultes de grande taille dans la population encouragerait les adolescents à muer à une phase adolescente de plus grande taille au lieu de muer pour la phase terminale. En contre partie, ceci pourrait également provoquer une inhibition de la croissance qui occasionnerait une augmentation de l'abondance des crabes sauts de mue dans la population. Le relevé annuel au chalut effectué depuis 1988 a révélé un taux élevé des crabes sauts de mue (jusqu'à 50-60% lors des années de grandes abondances) chez les adolescents mâles plus grand que 50 mm de LC. Ce taux élevé pourrait suggérer un effet relié à la densité sur la synchronisation de la mue des crabes adolescents mâles de grande taille. Le taux de crabes sauts de mue pourrait être le facteur déclencheur pouvant influencer l'ampleur et l'arrivée du recrutement à la pêcherie.

6.3. MOVEMENT

The spatial and temporal distribution of commercial-sized crabs was characterized by patchy concentrations of crab in the western and eastern portions of the sGSL which have expanded and contracted in area similarly throughout the last decade.

Tagging studies indicated a general and consistent exchange over the years between local fishing grounds and within management areas in the sGSL (Biron et al. 2008). The limitations in the interpretation of the tagging study results includes: 1) the traveled distance is between the release and recapture positions, 2) the recaptures are limited to fishing locations in any given year and 3) the tag return rates and mortality rates of tagged crab are unknown.

6.3. DÉPLACEMENT

La distribution spatio-temporelle des crabes de taille commerciale a été caractérisée par des concentrations inégales de crabes dans les portions ouest et est du sgSL qui ont augmenté et diminué en termes de surface de la même façon au cours de la dernière décennie.

Des études de marquage indiquent un échange général et consistant des crabes entre les fonds de pêches locales et les zones de gestion dans le sgSL au cours des années (Biron et al. 2008). Les limitations dans l'interprétation des résultats de marquage-recapture inclues : 1) la distance parcourue est celle entre le point de relâche et de recapture, 2) les captures ont provenu essentiellement des lieux de pêche pour une année donnée, et 3) le taux de retour d'étiquette et le taux de mortalité sont

inconnus.

Tag-recapture results showed that crabs tagged in the peripheral areas during the period of decreasing biomass (southern part of Magdalen Channel in 1999 and in Area 12E in 1997), generally moved towards the main habitat, the center of Bradelle Bank (Biron et al. 2008). In Area 19, tag-recapture experiments were conducted during two different phases of stock condition: a decreasing biomass phase in 1993-1996 and an increasing biomass phase in 1997-2001. During the decreasing biomass phase, crabs tended to stay within Area 19, whereas crabs tagged during the increasing biomass phase tended to move greater distances, even outside the Gulf towards eastern Cape Breton (Area 20-22) (M. Biron, pers. comm.). There was a frequent exchange of crab, especially for adult crabs, in the central part of Area 12 (Bradelle Bank and Magdalen Channel) and the southeastern part between Cape Breton Island and the Magdalen Islands (Biron et al. 2008). More studies are needed to better understand the movement of snow crab between the western and eastern regions of the sGSL.

Les résultats de marquage-recapture ont démontré que les crabes étiquetés dans les zones périphériques (la partie sud du canal des Îles-de-la-Madeleine en 1999 et dans la zone 12E en 1997) lors de la période de diminution de la biomasse ont eu un déplacement général vers le principal habitat au centre du banc Bradelle (Biron et al. 2008). Dans la zone 19, les expériences de marquage-recapture ont été effectuées durant deux périodes différentes de la condition de stock: une période de diminution (1993-1996) et d'augmentation (1997-2001) de la biomasse. Durant la période de la diminution, les crabes ont eu tendance à demeurer à l'intérieur de la zone 19 tandis que lorsque la biomasse augmentait, les crabes se sont déplacés sur une plus grande distance et même jusqu'à l'extérieur du golfe vers les zones 20-22 de l'est de la Nouvelle-Écosse (M. Biron, comm. pers.). Il y a eu un échange fréquent des crabes, surtout au niveau des adultes, entre la partie centrale de la zone 12 (banc Bradelle et le canal des Îles-de-la Madeleine) et la partie sud-est entre le Cap-Breton et les Îles-de-la-Madeleine (Biron et al. 2008). D'autres études seront nécessaires pour bien comprendre le mouvement du crabe des neiges entre les régions ouest et est du sgSL.

6.4. HIGHGRADING

Activities such as highgrading at sea of commercial-sized crabs during the fishing season could result in mortality of discarded crab due to handling. A selective exploitation of good commercial quality crabs by practicing highgrading at sea could increase the overall fishing effort, and thus may increase the unaccounted fishing mortality.

Discarding of soft-shelled crabs at sea can also result in an increase in non-lethal injury to crabs, such as leg loss, with negative consequences for stock productivity. Sainte-Marie et al. (1999) showed that snow crab

6.4. TRIAGE

Les activités comme le triage en mer des crabes de taille commerciale pourraient occasionner une mortalité des crabes rejetés en raison de la manipulation. Une exploitation sélective des crabes de bonnes qualités commerciales en pratiquant le rejet en mer lors des activités de pêche pourraient augmenter l'effort de pêche et occasionner une mortalité par la pêche qui est non-comptabilisée.

Le rejet en mer des crabes à carapace molle peut aussi augmenter les blessures aux crabes, tels que la perte des pattes avec des conséquences négatives dans la performance de la reproduction. Sainte-Marie et al. (1999)

males missing more than one walking leg have lower reproductive success. Abello et al. (1994) showed that loss of a chela constitutes a handicap for male green crab, *Carcinus maenas*, in obtaining or defending a female while mating. Comeau et al. (1998b) also observed while diving in the fjord of Bonne Bay, Newfoundland, that most of the males in mating pairs were large adults with a hard shell and few missing legs.

ont observé que les crabes des neiges mâles manquant plus d'une patte marcheuse ont moins de succès de reproduction. Abello et al. (1994) ont observé que la perte d'une pince constitue un handicap pour le crabe vert mâle, *Carcinus maenas*, pour obtenir ou se défendre lors de l'accouplement. Comeau et al. (1998b) ont aussi observé lors de plongées dans le fjord de Bonne Bay Terre-Neuve, que la plupart des mâles dans les pairs lors de l'accouplement étaient adultes de grandes tailles avec une carapace dure et peu de pattes manquantes.

6.5. ENVIRONMENTAL FACTORS

Environmental factors such as water temperature can affect the moulting, reproductive dynamics, and the movement of snow crab. Bottom temperatures over most of the sGSL were typically between -1 and 3 °C, which is considered suitable thermal habitat for snow crab. Water temperature data collected during research surveys indicated that the bottom temperatures in deeper waters of Areas 12E and 12F are higher (1 to 5°C) than in the Area 12 crab grounds (-1 to 2°C). Bottom temperatures in Area 19 are usually 1 to 2°C warmer than on the traditional crab grounds in Area 12 (Chassé and Pettipas 2009).

Snow crab is a stenothermic species with a preference for colder water temperatures. An increase in temperature regime may have impacts on population dynamics of snow crab such as shortened reproductive cycles, increased per capita fecundity, and increased size at maturity, greater natural mortality, spatial contraction of habitat, and skewed sex ratio for reproduction. Furthermore, the direction and outcome of climate change on snow crab population dynamics can be relatively abrupt and even detrimental to abundance (Sainte-Marie et al. 2008).

6.5. FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX

Des facteurs environnementaux, comme la température de l'eau, peuvent influer sur la mue et la dynamique de reproduction ainsi que sur les déplacements du crabe des neiges. Les températures de fond pour la plus grande partie du sgSL ont typiquement été entre -1 et 3oC, ce qui a été considéré comme étant un habitat thermique approprié pour le crabe des neiges. Les températures de fond dans les zones 12E et 12F sont plus élevées (1 à 5oC) que celles dans la zone 12 (-1 à 2oC). Les températures de fond dans la zone 19 sont typiquement de 1 à 2oC plus élevées que celles observées dans les pêcheries traditionnelles du crabe des neiges de la zone 12 (Chassé et Pettipas 2009).

Le crabe des neiges est une espèce sténothermique qui a une préférence pour les températures d'eau plus basses. Une augmentation du régime de température peut avoir des effets sur la dynamique de population du crabe des neiges. Par exemple, les cycles reproductifs peuvent raccourcir, la fécondité per capita et la taille à la maturité peuvent être accrues, la mortalité naturelle peut être plus élevée, l'habitat spatial peut se contracter, et le ratio sexuel pour la reproduction peut aussi être biaisé. En outre, la direction et le résultat du changement climatique peuvent être relativement brusques et nuisibles sur la dynamique de la population du crabe des neiges (Sainte-Marie et al. 2008).

The crabs caught during the annual snow crab surveys were found in slightly warmer waters in 2011 than in 2010, a situation that is amplified by the lack of sub-zero temperatures over the Southern Gulf.

Les crabes capturés durant les relevés de crabe des neiges annuels ont été trouvés dans des eaux légèrement plus chaudes en 2011 qu'en 2010, une situation qui est amplifiée par le manque de températures sous-zéro dans le sud du golfe.

Near-bottom temperatures in the sGSL (Magdalen Shallows) and in the northeastern Scotian Shelf during 2011 were examined primarily from data collected during the snow crab and multi-species surveys. The snow crab survey was conducted in July-October, while the multi-species survey was in September only. Data from the multi-species surveys, which are available for a much longer period than those from the snow crab survey, were compared to their normal conditions (1981-2010). Additional temperature data from other fisheries surveys and oceanographic studies in these same areas were also examined. In the sGSL during 2011, conditions were variable, but similar to the previous year (2010) except for Chaleur Bay, Shediac Valley and the area northeast of Magdalen Islands where conditions warmed up compared to 2010. The area between PEI and Magdalen Islands cooled down during the year. Near bottom temperatures over a large portion of the Southern Gulf were markedly above the long-term average.

Les températures de 2011 récoltées principalement à partir du relevé du crabe des neiges et du relevé multi-espèces dans le sgSL (plateau Madelinien) et du nord-est du plateau Néo-Écossais ont été analisées. Le relevé du crabe des neiges a été effectué de juillet à octobre, tandis que le relevé multi-espèces a eu lieu en septembre seulement. Les données des relevés multi-espèces, qui sont disponibles depuis une période beaucoup plus longue que celles du relevé de crabe des neiges, ont été comparées à leurs conditions normales (1981-2010). Des données supplémentaires de température d'autres relevés de pêche et d'études océanographiques dans ces mêmes zones ont été aussi examinées. Dans le sgSL, les conditions étaient variables en 2011, mais semblables à l'année précédente (2010), sauf pour la baie des Chaleurs, la vallée de Shediac et le nord-est des Îles de la Madeleine où les conditions se sont réchauffées comparées à 2010. La zone entre l'Île-du-Prince-Édouard et les Îles-de-la-Madeleine s'est refroidie durant l'année. Les températures près du fond d'une grande partie du sud du golfe étaient manifestement au-dessus de la moyenne à long terme.

The warmer bottom water is somewhat consistent with a decrease in the Gulf wide snow crab thermal habitat index (area of the bottom covered by water temperatures between –1 and 3 °C) relative to 2010 and the thermal habitat index is the lowest of the time series since 1981 (DFO 2012b). The mean temperature within the habitat area in 2011 is similar to 2010 but increased significantly compared to 2009 (DFO 2012b). The 2010 and 2011 values are much higher than the long-term mean and represent the highest points since 1982 when the maximum of the time series was reached. The 2011 core temperature is the third highest value of the

L'eau plus chaude du fond est quelque peu consistante avec une diminution de l'indice d'habitat thermique dans le golfe (la zone du fond couvert par des températures d'eau entre -1 et 3 °C) par rapport à 2010, et l'indice d'habitat thermique est le plus bas de la série chronologique depuis 1981 (MPO 2012b). La température moyenne à l'intérieure de la zone d'habitat thermique en 2011 est semblable à 2010, mais significativement plus élevée par rapport à 2009 (MPO 2012b). Les valeurs de 2010 et de 2011 sont beaucoup plus hautes que la moyenne à long terme et représentent les points les plus hauts depuis 1982 quand le maximum de la série chronologique a été

time series.

atteint. La température moyenne de 2011 est la troisième valeur la plus haute de la série chronologique.

7.0. ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank J. Chassé and B. Pettipas from the Department of Fisheries and Oceans for providing information on oceanographic condition in 2011. The authors also thank Renée Allain and Michel Comeau for their review of the manuscript.

7.0. REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent remercier J. Chassé et B. Pettipas du Ministère des Pêches et Océans pour les informations sur les conditions océanographiques en 2011. Les auteurs veulent également remercier R. Allain et M. Comeau pour la révision de ce rapport.

8.0. REFERENCES / RÉFÉRENCES

Abello, P., Warman, C.G., Reid, D.G., and Naylor, E. 1994. Chela loss in the shore crab (*Carcinus maenas* Crustacea: Brachyura) and its effect on mating success. Mar. Biol. 121: 247-252.

Benhalima, K., Moriyasu, M., and Hébert, M. 1998. A technique for identifying the early-premolt stage in the male snow crab, *Chionoecetes opilio*, (Brachyura: Majidae) in Baie des Chaleurs, southern Gulf of St. Lawrence. Can. J. Zool. 76: 609-617.

Biron, M., Ferron, F., and Moriyasu, M. 2008. Movement of adult male snow crab, *Chionoecetes opilio*, in the southern Gulf of St. Lawrence and eastern Nova-Scotia, Canada. Fish. Res. 91: 260-270.

Chassé, J., and Pettipas, R.G. 2009. Temperature Conditions in the southern Gulf of St. Lawrence during 2008 relevant to snow crab. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/087. vi + 24 p.

Chiasson, Y., and Hébert, M. 1990. Literature review on stock delimitation pertaining to the Western Cape Breton Island snow crab (*Chionoecetes opilio*) and advice on a spring fishery in Area 18. DFO Can. Atl. Fish. Sci. Adv. Comm. Res. Doc. 90/65.

Comeau, M., and Conan, G.Y. 1992. Morphometry and gonad maturity of male snow crab, *Chionoecetes opilio*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 2460-2468.

Comeau, M., Conan, G.Y., Maynou, F., Robichaud, G., Therriault, J.-C., and Starr, M. 1998a. Growth, spatial distribution, and abundance of benthic stages of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) in Bonne Bay, Newfoundland, Canada. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55: 262-279.

Comeau, M., Robichaud, G., Starr, M., Therriault, J.-C., and Conan, G.Y. 1998b. Mating of snow crab, *Chionoecetes opilio*, (O. Fabricius, 1788) (Decapoda, Majidae) in the fjord of Bonne Bay, Newfoundland. Crustaceana 71(8): 926-941.

Conan, G.Y., and Comeau, M. 1986. Functional maturity of male snow crab, (*Chionoecetes opilio*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 1710-1719.

Conan, G.Y., Moriyasu, M., Comeau, M., Mallet, P., Cormier, R., Chiasson, Y., and Chiasson, H. 1988. Growth and maturation of snow crab (*Chionoecetes opilio*), p. 45-66. In G.S. Jamieson and W.D. McKone (eds.). Proceedings of the international workshop on snow crab biology, December 8-10, 1987, Montréal Québec. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 2005.

DFO. 2006. DFO Proceedings of the Assessment Framework Workshop on the southern Gulf of St. Lawrence snow crab (Areas 12, E, F and 19), Gulf Regional Advisory Process; 11-14 October 2005. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2006/042.

DFO. 2009. Assessment of Snow Crab in the Southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, E and F). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2009/006.

DFO. 2010a. Reference points consistent with the precautionary approach for snow crab in the southern Gulf of St. Lawrence. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2010/014.

DFO. 2010b. Assessment of Nova Scotia (4VWX) snow crab. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2010/040.

DFO. 2011. Assessment of Nova Scotia (4VWX) snow crab. DFO. Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2011/045.

DFO. 2012a. Revised reference points for snow crab to account for the change in estimation area of the southern Gulf of St. Lawrence biological unit. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2012/002.

DFO. 2012b. Assessment of snow crab in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, 12E and 12F) and advice for the 2012 fishery. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2012/003.

DFO 2012c. DFO. 2012. Proceedings of the Gulf Region Science Peer Review Framework Meeting of Assessment Methods for the Snow Crab Stock of the southern Gulf of St. Lawrence; November 21 to 25, 2011. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2012/023.

Dufour, R., Bernier, D., and Brêtes, J.-C. 1997. Optimization of meat yield and mortality during snow crab (*Chionoecetes opilio*, O. Fabricius) fishing operations in Eastern Canada. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2152. viii + 30 p.

Hébert, M., Gallant, C., Chiasson, Y., Mallet, P., DeGrâce, P., et Moriyasu, M. 1992. Le suivi du pourcentage de crabes mous dans les prises commerciales de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud-ouest du golfe du Saint-Laurent (zone 12) en 1990 et 1991. Rapp. Tech. Can. Sci. Halieut. Aquat. 1886. v + 18 p.

Hébert, M., Wade, E., DeGrâce, P., Biron, M., and Moriyasu, M. 1996 assessment of snow crab (Chionoecetes opilio) stock in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 18, 19, 25/26 and zones E and F). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 1997/086. 60 p.

Hébert, M., Benhalima, K., Miron, G., and Moriyasu, M. 2002. Molting and growth of male snow crab, *Chionoecetes opilio*, (O. Fabricius, 1788) (Crustacea: Majidae) in the southern Gulf of St. Lawrence. Crustaceana 75: 671-702.

Hébert, M., Wade, E., Surette, t., and Moriyasu, M. 2007. The 2006 assessment of snow crab (*Chionoecetes opilio*) stock in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, E and F). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2007/028. iv + 67 p.

Hébert, M., Wade, E., Surette, T., and Moriyasu, M. 2008. The 2007 assessment of snow crab (*Chionoecetes opilio*) stock in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, E and F). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2008/040. iv + 68 p.

Hébert, M., Wade, E., Biron, M., DeGrâce, P., Landry, J.-F., and Moriyasu, M. 2011. The 2010 assessment of snow crab, *Chionoecetes opilio*, stocks in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, E and F). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/082. vi + 73 p.

Mallet, P., Conan, G.Y., and Moriyasu, M. 1993. Periodicity of spawning and duration of incubation time for *Chionoecetes opilio*, in the Gulf of St. Lawrence. ICES CM/1993: K:26.

Moriyasu, M., and Conan, G.Y. 1988. Aquarium observation on mating behaviour of snow crab, *Chionoecetes opilio*. ICES C. M., 1988/K: 9.

Moriyasu, M., Conan, g.Y., Mallet, P., Chiasson, Y.J., and Chiasson, H. 1988. Growth at molt, molting season and mating of snow crab, *Chionoecetes opilio*, in relation to functional and morphometric maturity. ICES CM/1987 K:21.

Moriyasu, M., and Comeau, M. 1996. Grasping behavior of male snow crab, (*Chionoecetes opilio* O. Fabricius, 1788, Decapoda, Majidae). Crustaceana 69:,211-222.

Moriyasu, M., and Lanteigne, C. 1998. Embryo development and reproductive cycle in the snow crab, *Chionoecetes opilio* (Crustacea: Majidae), in the southern Gulf of St. Lawrence, Canada. Can. J. Zool. 76:,2040-2048.

Moriyasu, M., Wade, E., Sinclair, A., and Chiasson, Y. 1998. Snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock assessment in the southwestern Gulf of St. Lawrence by bottom trawl survey. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 125:29-40.

Moriyasu, M., Wade, E., Hébert, M., and Biron, M. 2008. Review of the survey and analytical protocols used for estimating abundance indices of southern Gulf of St. Lawrence snow crab from 1988 to 2006. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2008/069. iv + 36 p.

MPO. 2006. Compte rendu de l'atelier sur le cadre d'évaluation du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, E, F et 19), Processus consultatif régional du Golfe; du 11 au 14 octobre 2005. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu. 2006/042.

MPO. 2009. Évaluation du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, E et F). Secr. can. de consult. Sci. du MPO, Avis sci. 2009/006.

MPO. 2010a. Points de référence conformes à l'approche de précaution pour le crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2010/014.

MPO. 2010b. Évaluation du crabe des neiges de la Nouvelle-Écosse (4VWX). Secr. Can. De consult. sci. du MPO, Avis sci. 2010/040.

MPO. 2011. Évaluation du crabe des neiges de la Nouvelle-Écosse (4VWX). Secr. Can. De consult. sci. du MPO, Avis sci. 2011/045.

MPO. 2012a. Points de référence révisés tenant compte des changements de la surface d'estimation de l'unité biologique du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/002.

MPO. 2012b. Évaluation du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, 12E et 12F) et avis pour la pêche de 2012. Secr. can. de consut. sci. du MPO, Avis sci. 2012/003.

MPO. 2012c. Compte rendu de la réunion portant sur l'examen cadre des méthodes d'évaluation du stock de crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent, du 21 au 25 novembre, 2011. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2012/023.

Rondeau, A., and Sainte-Marie, B. 2001. Variable mate-guarding time and sperm allocation by male snow crab, *Chionoecetes opilio*, in response to sexual competition, and their impact on the mating success of females. Biol. Bull. 201: 204-217.

Sainte-Marie, B., and Hazel, F. 1992. Moulting and mating of snow crabs, *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius), in shallow waters of the northwestern Gulf of Saint Lawrence. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 1282-1293.

Sainte-Marie, B., and Carrière, C. 1995. Fertilization of the second clutch of eggs of snow crab, *Chionoecetes opilio*, from females mated once or twice after their molt to maturity. Fish. Bull. 93: 759-764.

Sainte-Marie, B., Raymond, S., and Brêthes, J.-C. 1995. Growth and maturation of the benthic stages of male snow crab, *Chionoecetes opilio* (Brachyura: Majidae). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 903-924.

Sainte-Marie, B., Urbani, N., Sévigny, J.-M., Hazel, F., and Kuhnlein, U. 1999. Multiple choice criteria and the dynamics of assortative mating during the first breeding season of female snow crab *Chionoecetes opilio* (Brachyura, Majidae). Mar. Ecol. Prog. Ser. 181: 141-153.

Sainte-Marie, B., Gosselin, T., Sévigny, J.-M., and Urbani, N. 2008. The snow crab mating system: opportunity for natural and unnatural selection in a changing environment. Bull. Mar. Sci. 83: 131-161.

Surette, T., and Wade, E. 2006. Bayesian serial linear regression models for forecasting the short-term abundance of commercial snow crab (*Chionoecetes opilio*). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2672. vi + 33 p.

Surette, T., Marcotte, D., and Wade, E. 2007. Predicting snow crab (*Chionoecetes opilio*) abundance using kriging with external drift with depth as a covariate. DFO Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2763. vi + 33 p.

Wade, E., Surette, T., Apaloo, J., and Moriyasu, M. 2003. Estimation of mean annual natural mortality for adult male snow crab, *Chionoecetes opilio*, in the southern Gulf of St. Lawrence. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2003/016. ii + 79 p.

Waiwood, K.G., and Elner, R.W. 1982. Cod predation of snow crab (*Chionoecetes opilio*) in the Gulf of St. Lawrence. In: Proceedings of the International Symposium on the genus Chionoecetes. p. 449-520. Lowell Wakefield Symposium Series, Alaska Sea Grant Report. 82:10. University of Alaska Fairbanks.

Watson, J. 1969. Biological investigation on the spider crab, *Chionoecetes opilio*, p. 23-47. In Pro. Meeting on Atlantic Crab Fishery Development. Can. Fish. Rep. 13.

Watson, J. 1972. Mating behavior in the Spider Crab, *Chionoecetes opilio*. J. Fish. Res. Board Can. 29: 447-449.

TABLES / TABLEAUX

Table 1. Annual trawl survey characteristics used for the snow crab (Chionoecetes opilio) stock assessment, (number of tows, number of rejected tows, number of tows for which the Netmind data were deemed unusable, mean swept area, mean density of commercial-sized adult males, and time of the survey in the southern Gulf of St. Lawrence since 1997. The means and standard deviations (sd) for the time series are also shown.

Tableau 1. Caractéristique du relevé annuel au chalut pour l'évaluation de stock de crabe des neiges (Chionoecetes opilio), (nombre de traits, nombre de traits rejetés, nombre de traits lorsque les données de Netmind étaient inutilisables, densité des mâles adultes de taille commerciale, surface moyenne balayée et le temps du relevé) dans le sud du golfe du Saint-Laurent depuis 1997. Les moyennes et les écarts-types de la série temporelle sont aussi présentés.

Year / Année	Number of tows / Nombre de traits	Number of rejected tows[1] / Traits rejetés[1]	Tows with unusable Netmind[2] / Traits avec Netmind Inutilisable[2]	Mean swept area (m^2) / Surface moyenne balayée (m^2)	Density of crabs (crabs/km^2)/ Densité de crabes (crabes/km^2)	Start : End (dd-mm) / Début : Fin (jj-mo)	Sea days : Total days / Jours en mer / jours total
1997	259	18	54	2245.4	2203.7	09-07 : 11-09	30 / 65
1998	261	16	99	2352.0	2020.4	07-07 : 14-09	28 / 70
1999	277	26	135	2541.6	2049.3	09-07 : 28-08	26 / 51
2000	280	26	32	2717.1	1683.4	01-08 : 21-09	27 / 52
2001	292	26	24	2658.3	2070.0	09-08 : 02-10	27 / 55
2002	319	24	18	2504.3	2374.3	08-07 : 19-09	25 / 74
2003	317	44	12	2920.6	2831.2	15-07 : 07-10	29 / 85
2004	333	27	51	3199.5	3297.7	14-07 : 01-10	29 / 80
2005	344	51	14	2777.9	2604.1	13-07 : 20-09	32 / 70
2006	354	37	35	2850.2	2419.6	02-08 : 18-10	39 / 78
2007	355	45	35	2768.1	2103.7	10-07 : 22-09	37 / 75
2008	355	47	38	2657.7	1772.6	16-07 : 25-09	36 / 72
2009	355	37	41	2846.7	965.0	16-07 : 27-09	38 / 74
2010	355	47	39	2734.0	1133.4	08-07 : 14-09	36 /69
2011	353	46	51	2707.6	2059.8	13-07 : 14-10	39 / 84
Mean / Moyenne		34.5	45.2	2698.7	2105.9		31.9 / 70.3
sd / é-t		11.7	32.6	231.3	593.2		

[1] These tows were successfully repeated/ Ces traits ont été répétés et réussis.

[2] The swept area was estimated by using the mean swept area of the surrounding 10 stations / La surface balayée a été estimée en utilisant la moyenne de la surface des 10 stations avoisinantes.

Table 2a. Estimated biomass (t, mean and 95% confidence interval range) of commercial-sized adult male snow crab (Chionoecetes opilio) in the southern Gulf of St. Lawrence (all zones) by kriging in number followed by conversion into weight, and by kriging in weight, using a polygon of 44,302 km^2, 1997 to 2011. Recruitment refers to snow crab with carapace conditions 1 and 2 whereas residual biomass refers to snow crab with carapace conditions 3 to 5.

Tableau 2a. Estimation de la biomasse (t, moyenne et intervalles de confiance de 95%) des crabes (Chionoecetes opilio) mâles adultes de taille commerciale dans le sud du golfe du Saint-Laurent (toutes zones) par krigeage en nombre suivi de convesioni en poids et par krigeage en poids, en utilisant un polygone de 44 302 km^2, 1997 à 2011. Recrutement désigne le crabe des neiges avec conditions de carapace 1 et 2 alors que la biomasse résiduelle désigne le crabe des neiges avec conditions de carapace 3 à 5.

	Southern Gulf of St. Lawrence (Kriging in numbers and converted into weights) Sud du golfe (krigeage en nombres et converti en poids)			Southern Gulf of St. Lawrence (Kriging in weights) Sud du golfe (Krigeage en poids)		
Survey year/ Année du relevé	Commercial/ Commerciale	Reruitment/ Recrutement	Residual/ Résiduelle	Commercial/ Commerciale	Recruitment/ Recrutement	Residual/ Résiduelle
1997	**58616** (52501-65241)	**31952** (27665-36711)	**26759** (23346-30529)	**58402** (51007-66561)	**33425** (25178-43516)	**24977** (21076-29388)
1998	**53461** (46165-61576)	**26562** (21912-31904)	**27313** (23011-32182)	**50579** (42044-60332)	**25813** (16834-37919)	**24765** (20174-30087)
1999	**51081** (44284-58621)	**24005** (19952-28636)	**27395** (22934-32467)	**48955** (42531-56071)	**22509** (15489-31644)	**26446** (22155-31323)
2000	**43821** (34610-54730)	**34668** (27430-43228)	**9384** (6062-13891)	**41585** (34638-49513)	**33658** (26648-41948)	**7926** (5425-11192)
2001	**49603** (41294-59088)	**34351** (27912-41827)	**15471** (12282-19236)	**48511** (39967-58337)	**34464** (25713-45243)	**14046** (10830-17919)
2002	**57573** (49289-66845)	**45059** (37914-53155)	**12509** (10337-15002)	**56409** (46860-67327)	**45455** (36073-56530)	**10952** (8969-13241)
2003	**70380** (61945-79636)	**44646** (38627-51333)	**25937** (21433-31104)	**68830** (59551-79137)	**45408** (35993-56532)	**23421** (19101-28424)
2004	**84884** (76484-93947)	**64613** (57411-72464)	**20378** (17518-23568)	**83550** (74371-93541)	**65945** (56772-76170)	**17605** (14634-21000)
2005	**68195** (62346-74440)	**47183** (43242-51383)	**21257** (18066-24846)	**66032** (59602-72961)	**46604** (38664-55690)	**19429** (15293-24338)
2006	**66048** (60403-72074)	**46292** (41940-50969)	**19916** (17056-23115)	**65033** (58672-71890)	**47682** (41332-54725)	**17351** (14441-20673)
2007	**56804** (52131-61779)	**31114** (27769-34749)	**25855** (22248-29877)	**57538** (52428-63008)	**33216** (27446-39838)	**24332** (21416-27509)
2008	**47959** (43846-52350)	**27055** (24085-30286)	**20655** (17850-23773)	**45444** (40833-50429)	**26557** (21847-31977)	**18887** (16481-21544)
2009	**26088** (23382-29019)	**15495** (13348-17887)	**10656** (9159-12328)	**25965** (23093-29093)	**16687** (13677-20160)	**9278** (7833-10912)
2010	**30457** (27410-33747)	**16973** (14943-19200)	**13556** (11607-15737)	**30908** (27713-34368)	**17663** (13853-22198)	**13245** (11233-15513)
2011	**53246** (47814-59121)	**25874** (22626-29454)	**27616** (23659-32041)	**53942** (48332-60021)	**24594** (17639-33394)	**29349** (25053-34167)

Table 2b. Estimated biomass (t, mean and 95% confidence interval range) of commercial-sized adult male snow crab (Chionoecetes opilio) in the southern Gulf of St. Lawrence (all zones) by kriging in number followed by conversion into weight, and by kriging in weight, using a polygon of 57,840 km^2, 1997 to 2011. Recruitment refers to snow crab with carapace conditions 1 and 2 whereas residual biomass refers to snow crab with carapace conditions 3 to 5.

Tableau 2b. Estimation de la biomasse (t, moyenne et intervalles de confiance de 95%) des crabes (Chionoecetes opilio) mâles adultes de taille commerciale dans le sud du golfe du Saint-Laurent (toutes zones) par krigeage en nombre suivi de conversion en poids et par krigeage en poids, en utilisant un polygone de 57 840 km^2, 1997 à 2011. Recrutement désigne le crabe des neiges avec conditions de carapace 1 et 2 alors que la biomasse résiduelle désigne le crabe des neiges avec conditions de carapace 3 à 5.

	Southern Gulf of St. Lawrence (Kriging in numbers and converted into weights) Sud du golfe (krigeage en nombres et converti en poids)			Southern Gulf of St. Lawrence (Kriging in weights) Sud du golfe (Krigeage en poids)		
Survey year/ Année du relevé	Commercial/ Commerciale	Reruitment/ Recrutement	Residual/ Résiduelle	Commercial/ Commerciale	Recruitment/ Recrutement	Residual/ Résiduelle
1997	**66611** (58574-75435)	**36788** (31130-43173)	**29999** (25507-35050)	**65310** (54801-77239)	**37619** (26376-52064)	**27690** (21995-34407)
1998	**58682** (49184-69474)	**30888** (24805-38008)	**28462** (22830-35059)	**57595** (45630-71735)	**29818** (17580-47435)	**27775** (21022-36013)
1999	**59048** (50113-69109)	**28057** (22722-34266)	**31710** (25975-38331)	**57051** (47946-67376)	**25874** (15918-39818)	**31177** (25051-38346)
2000	**51144** (39353-65364)	**39674** (30460-50803)	**11631** (7372-17480)	**49823** (40473-60682)	**39845** (30543-51093)	**9977** (6649-14401)
2001	**58613** (47725-71237)	**41222** (32795-51152)	**17775** (13626-22793)	**59150** (47740-72460)	**42243** (31198-55942)	**16905** (12657-22125)
2002	**75840** (64663-88385)	**61739** (52051-72698)	**14472** (11592-17850)	**79559** (66688-94181)	**66481** (53434-81746)	**13075** (10451-16157)
2003	**83259** (71857-95947)	**55743** (47593-64883)	**28671** (22742-35671)	**84423** (71964-98410)	**57503** (44809-72679)	**26919** (21223-33674)
2004	**103099** (91741-115465)	**80294** (70293-91310)	**22976** (19086-27424)	**103429** (91029-117036)	**83702** (70955-98069)	**19726** (15836-24280)
2005	**81622** (73095-90863)	**57618** (51831-63870)	**24361** (19877-29552)	**82537** (73487-92387)	**58398** (48417-69824)	**24140** (18726-30632)
2006	**74123** (66839-81978)	**52011** (46433-58071)	**22530** (18806-26773)	**74285** (66192-83087)	**54371** (46124-63660)	**19914** (16161-24275)
2007	**66475** (60494-72883)	**38181** (33898-42852)	**28827** (24148-34145)	**66660** (60183-73638)	**39635** (33089-47092)	**27025** (23354-31106)
2008	**53538** (48187-59315)	**31274** (27458-35470)	**22934** (19289-27064)	**52564** (46658-59006)	**31555** (25181-39048)	**21010** (17960-24426)
2009	**31020** (27552-34800)	**19371** (16617-22449)	**11734** (9823-13907)	**30920** (27237-34959)	**20520** (16848-24754)	**10399** (8560-12516)
2010	**35719** (31811-39972)	**19926** (17314-22819)	**15905** (13389-18754)	**35795** (31681-40291)	**20351** (15360-26450)	**15444** (12859-18394)
2011	**63789** (56832-71357)	**31151** (26957-35809)	**33005** (27945-38711)	**63162** (55965-71022)	**29354** (20909-40190)	**33768** (28297-39985)

Table 3. Differences [(estimate by weight – estimate by number) / estimate by number)] in the estimated biomass (t, mean and 95% confidence interval range) of commercial-sized adult male snow crab (Chionoecetes opilio) in the southern Gulf of St. Lawrence (all zones) between kriging in numbers and kriging in weight, using polygons of 44,302 km^2 and 57,840 km^2, 1997 to 2011.

Tableau 3. Différences [(estimé par poids – estimé par nombre) / estimé par nombre)] dans les estimations de biomasse (t, moyenne et intervalles de confiance de 95%) des crabes (Chionoecetes opilio) mâles adultes de taille commerciale dans le sud du golfe du Saint-Laurent (toutes zones) entre le krigeage en nombres et le krigeage en poids, en utilisant les polygones de 44 302 km^2 et 57 840 km^2, 1997 à 2011.

	Small polygon of 44,302 km^2/ Petit polygone de 44 302 km^2			Expanded polygon of 57,840 km^2/ Polygone agrandit de 57 840 km^2			Small polygon vs Expanded polygon Petit polygone vs Polygone agrandit		
Survey year/ Année du relevé	Kriging in numbers/ Krigeage en nombres	Kriging in weights/ Krigeage en poids	Differences (%)/ Différences (%)	Kriging in numbers/ Krigeage en nombres	Kriging in weights/ Krigeage en poids	Differences (%)/ Différences (%)	Kriging in numbers/ Krigeage en nombres	Kriging in weights/ Krigeage en poids	Differences (%)/ Différences (%)
1997	**58616** (52501-65241)	**58402** (51007-66561)	**-0.36**	**66611** (58574-75435)	**65310** (54801-77239)	**-1.95**	**58616** (52501-65241)	**65310** (54801-77239)	**11.42**
1998	**53461** (46165-61576)	**50579** (42044-60332)	**-5.39**	**58682** (49184-69474)	**57595** (45630-71735)	**-1.85**	**53461** (46165-61576)	**57595** (45630-71735)	**7.73**
1999	**51081** (44284-58621)	**48955** (42531-56071)	**-4.16**	**59048** (50113-69109)	**57051** (47946-67376)	**-3.38**	**51081** (44284-58621)	**57051** (47946-67376)	**11.69**
2000	**43821** (34610-54730)	**41585** (34638-49513)	**-5.10**	**51144** (39353-65364)	**49823** (40473-60682)	**-2.58**	**43821** (34610-54730)	**49823** (40473-60682)	**13.70**
2001	**49603** (41294-59088)	**48511** (39967-58337)	**-2.20**	**58613** (47725-71237)	**59150** (47740-72460)	**0.92**	**49603** (41294-59088)	**59150** (47740-72460)	**19.25**
2002	**57573** (49289-66845)	**56409** (46860-67327)	**-2.02**	**75840** (64663-88385)	**79559** (66688-94181)	**4.90**	**57573** (49289-66845)	**79559** (66688-94181)	**38.19**
2003	**70380** (61945-79636)	**68830** (59551-79137)	**-2.20**	**83259** (71857-95947)	**84423** (71964-98410)	**1.40**	**70380** (61945-79636)	**84423** (71964-98410)	**19.95**
2004	**84884** (76484-93947)	**83550** (74371-93541)	**-1.57**	**103099** (91741-115465)	**103429** (91029-117036)	**0.32**	**84884** (76484-93947)	**103429** (91029-117036)	**21.85**
2005	**68195** (62346-74440)	**66032** (59602-72961)	**-3.17**	**81622** (73095-90863)	**82537** (73487-92387)	**1.12**	**68195** (62346-74440)	**82537** (73487-92387)	**21.03**
2006	**66048** (60403-72074)	**65033** (58672-71890)	**-1.54**	**74123** (66839-81978)	**74285** (66192-83087)	**0.22**	**66048** (60403-72074)	**74285** (66192-83087)	**12.47**
2007	**56804** (52131-61779)	**57538** (52428-63008)	**1.29**	**66475** (60494-72883)	**66660** (60183-73638)	**0.28**	**56804** (52131-61779)	**66660** (60183-73638)	**17.35**
2008	**47959** (43846-52350)	**45444** (40833-50429)	**-5.24**	**53538** (48187-59315)	**52564** (46658-59006)	**-1.82**	**47959** (43846-52350)	**52564** (46658-59006)	**9.60**
2009	**26088** (23382-29019)	**25965** (23093-29093)	**-0.47**	**31020** (27552-34800)	**30920** (27237-34959)	**-0.32**	**26088** (23382-29019)	**30920** (27237-34959)	**18.52**
2010	**30457** (27410-33747)	**30908** (27713-34368)	**1.48**	**35719** (31811-39972)	**35795** (31681-40291)	**0.21**	**30457** (27410-33747)	**35795** (31681-40291)	**17.53**
2011	**53246** (47814-59121)	**53942** (48332-60021)	**1.31**	**63789** (56832-71357)	**63162** (55965-71022)	**-0.98**	**53246** (47814-59121)	**63162** (55965-71022)	**18.62**
Sum/ Somme	**818216**	**801683**	**-2.02**	**962582**	**962263**	**-0.03**	**818216**	**962263**	**17.61**

Table 4. Estimated snow crab (Chionoecetes opilio) commercial biomass (t, mean and 95% confidence interval range) in 2011 using KED by weight for the southern Gulf by management areas 12, 19, 12E and 12F and buffer zones for the expanded polygon and the standard polygon of previous assessments.

Tableau 4. Estimation de la biomasse commerciale (t, moyenne et intervalles de confiance de 95%) du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) en 2011 dans le sud du golfe en utilisant KDE par poids dans les zones de gestion 12, 19, 12E et 12F et les zones tampons pour le polygone agrandit et le polygone original des évaluations précédentes.

Expanded polygon / Polygone agrandit

Areas Zones	Surface area (km^2) Surface de la zone (km^2)	Commercial biomass / Biomasse commerciale Mean (t) Moyenne (t)	95% confidence intervals (t) 95% intervalles de confiance (t)
Southern Gulf Sud du golfe	**57840**	**63162**	(55965-71022)
Area 12/Zone 12	**48028**	**51381**	(45110-58274)
Area 19/Zone 19	**3833**	**8346**	(7245-9565)
Area 12E/Zone 12E	**2443**	**705**	(162-2023)
Area 12F/Zone 12F	**2438**	**1900**	(1135-2993)
Sum of management zones Somme des zones de gestion	**56742**	**62332**	
Buffer zone 19 / 12F Zone tampon 19/12F	**112**	**112**	(44 – 239)
Buffer zone 12 / 19 Zone tampon 12 / 19	**310**	**684**	(424-952)
Unassigned zone above 12E Zone non-assignée au dessus de 12^E	**674**	**32**	(0-235)
Sum of total Somme totale	**57838**	**63160**	

Standard polygon / Polygone original

Areas Zones	Surface area (km^2) Surface de la zone (km^2)	Commercial biomass / Biomasse commerciale Mean (t) Moyenne (t)	95% confidence intervals (t) 95% intervalles de confiance (t)
Southern Gulf Sud du golfe	**44302**	**53942**	(48225-60154)
Area / Zone 12	**36364**	**42905**	(37936-48346)
Area / Zone 19	**3816**	**8242**	(7115-8221)
Area / Zone 12E	**1600**	**566**	(158-1480)
Area / Zone 12F	**2103**	**1492**	(819-2505)
Sum of management zones Somme des zones de gestion	**43883**	**53205**	
Buffer zone 12-19 Zone tampon 12-19	**310**	**684**	(424-952)
Buffer zone 12F-19 Zone 12F-19	**112**	**112**	(44-239)
Sum of total Somme totale	**44305**	**54001**	

Table 5. Data used to define reference points for the snow crab (Chionoecetes opilio) fishery based on the trawl survey data, 1998 to 2009 fishery years. Values based on the old method (kriging in numbers with the small polygon of 44,302 km^2) and the new method (kriging in weights with the expanded polygon of 57,840 km^2) are shown. Data for application of the PA starting in 2010 are also shown.

Tableau 5. Données utilisées pour définir les points de références pour la pêche du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) provenant des données du relevé au chalut, pour les années de la pêche de 1998 à 2009. Les valeurs sont présentées par l'ancienne méthode (krigeage en nombres avec le petit polygone de 44 302 km^2) et la nouvelle méthode (krigeage en poids avec le polygone agrandit de 57 840 km^2). Les données servant à l'application de l'AP débutant en 2010 sont aussi présentées.

Year of the fishery / Année de la pêche	Landings (t) / Débarquements (t)	Year of the survey / Année du relevé	Old method: kriging in numbers, small polygon Ancienne méthode : krigeage en nombres, petit polygone			New method: kriging in weights, expanded polygon Nouvelle méthode : krigeage en poids, polygone agrandit		
			Commercial (t) / Commerciale (t)	Residual (t) / Résiduelle (t)	Exploitation rate[1] / Taux d'exploitation[1]	Commercial (t) / Commerciale (t)	Residual (t) / Résiduelle (t)	Exploitation rate[1] / Taux d'exploitation[1]
1998	**13575**	1997	**58616** (52501-65241)	**26759** (23346-30529)	**23.16**	**65310** (54801-77239)	**27690** (21995-34407)	**20.79**
1999	**15110**	1998	**53461** (46165-61576)	**27313** (23011-32182)	**28.24**	**57595** (45630-71735)	**27775** (21022-36013)	**26.23**
2000	**18712**	1999	**51081** (44284-58621)	**27395** (22934-32467)	**36.63**	**57051** (47946-67376)	**31177** (25051-38346)	**32.80**
2001	**18262**	2000	**43821** (34610-54730)	**9384** (6062-13891)	**41.67**	**49823** (40473-60682)	**9977** (6649-14401)	**36.65**
2002	**25691**	2001	**49603** (41294-59088)	**15471** (12282-19236)	**51.79**	**59150** (47740-72460)	**16905** (12657-22125)	**43.43**
2003	**21163**	2002	**57573** (49289-66845)	**12509** (10337-15002)	**36.76**	**79559** (66688-94181)	**13075** (10451-16157)	**26.60**
2004	**31675**	2003	**70380** (61945-79636)	**25937** (21433-31104)	**45.01**	**84423** (71964-98410)	**26919** (21223-33674)	**37.52**
2005	**36118**	2004	**84884** (76484-93947)	**20378** (17518-23568)	**42.55**	**103429** (91029-117036)	**19726** (15836-24280)	**34.92**
2006	**29121**	2005	**68195** (62346-74440)	**21257** (18066-24846)	**42.71**	**82537** (73487-92387)	**24140** (18726-30632)	**35.28**
2007	**26867**	2006	**66048** (60403-72074)	**19916** (17056-23115)	**40.68**	**74285** (66192-83087)	**19914** (16161-24275)	**36.17**
2008	**24458**	2007	**56804** (52131-61779)	**25855** (22248-29877)	**43.06**	**66660** (60183-73638)	**27025** (23354-31106)	**36.69**
2009	**23642**	2008	**47959** (43846-52350)	**20655** (17850-23773)	**49.30**	**52564** (46658-59006)	**21010** (17960-24426)	**44.98**
2010	**9549**	**2009**	**26088** (23382-29019)	**10656** (9159-12328)	**36.60**	**30920** (27237-34959)	**10399** (8560-12516)	**30.88**
2011	**10708**	**2010**	**30457** (27410-33747)	**13556** (11607-15737)	**35.16**	**35795** (31681-40291)	**15444** (12859-18394)	**29.91**
2012	-	**2011**	**53246** (47814-59121)	**27616** (23659-32041)	-	**63162** (55965-71022)	**33768** (28297-39985)	-

[1] Exploitation rate is calculated as landings in year of the fishery divided by commercial biomass from the survey in the previous year

[1] Taux d'exploitation est calculé en divisant les débarquements de l'année de la pêche par la biomasse commerciale estimé par le relevé de l'année d'avant

Table 6. Estimated abundances (X 10^3; mean and 95% confidence intervals) of commercial-sized adult male crabs (Chionoecetes opilio) by carapace condition (CC 1+2, CC3, CC4 and CC5) in the southern Gulf of St. Lawrence, 1997 to 2011.

Tableau 6. Abondances estimées (X 10^3; moyennes avec intervalles de confiance de 95%) des crabes (Chionoecetes opilio) mâles adultes de taille commerciale par condition de carapace (CC1+2, CC3, CC4 et CC5) dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1997à 2011.

Year / Année	Carapace condition 1+2			Carapace condition 3			Carapace condition 4			Carapace condition 5		
	Mean / Moyenne	Confidence interval / Intervalles de confiance		Mean / Moyenne	Confidence interval / Intervalles de confiance		Mean / Moyenne	Confidence interval / Intervalles de confiance		Mean / Moyenne	Confidence interval / Intervalles de confiance	
1997	61272	51848	71906	27858	22644	33910	17144	13556	21391	5675	4154	7574
1998	51738	41550	63665	23956	18874	29986	15711	12041	20150	8891	6220	12327
1999	49755	40294	60766	32840	25189	42086	16258	12637	20594	7874	5239	11380
2000	67530	51847	86473	10242	5622	17199	7384	4455	11538	2527	1147	4860
2001	76238	60652	94604	26667	21371	32876	5134	2502	9401	1474	393	3917
2002	112785	95089	132807	21605	17356	26578	4318	2646	6664	893	411	1701
2003	99346	84820	115635	38180	30183	47646	11431	7097	17466	1715	717	3485
2004	138152	120945	157106	28964	23320	35559	9867	7684	12479	1072	671	1629
2005	97311	87537	107870	30516	23465	39022	10679	8049	13895	567	217	1222
2006	84216	75183	94027	29830	24513	35955	5725	3991	7961	1030	552	1762
2007	62530	55515	70179	32053	25962	39141	14243	10714	18566	1004	523	1752
2008	51110	44873	57967	23028	18600	28191	11440	8614	14900	3081	1951	4635
2009	31729	27218	36771	12714	10170	15701	5393	3832	7379	1276	685	2179
2010	32854	28548	37624	20628	16819	25040	4223	3236	5417	1567	925	2490
2011	53387	46199	61369	45065	37545	53646	9979	7706	12713	1778	1024	2878

Table 7. Estimated abundance (number X 10^6; mean) of snow crab (Chionoecetes opilio) male prerecruits (R-4, R-3 and R-2), estimated and predicted recruitment (R-1;weight in tonnes, mean and 95% confidence intervals) in the southern Gulf of St. Lawrence using the polygon of 57,840km^2, trawl survey data, and forecast Bayesian model of recruitment.

Tableau 7. Estimation de l'abondance (nombres X 10^6, myenne) des crabes des neiges (Chionoecetes opilio) mâles prérecrues (R-4, R-3 et R-2, ainsi que les biomasses estimées et prédites du recrutement (R-1; biomasse en tonnes, moyenne et intervalle de confiance à 95%) dans le sud du golfe du Saint-Laurent en utilisant le polygone de 57 840 km^2, les données du relevé au chalut, et le modèle Bayésien de prévision du recrutement.

Survey Year/ Année du relevé	Estimated abundance (number X 10^6) / Abondance estimée (nombre X 10^6)			Abundance (biomass in t; mean and 95% confidence interval) / Abondance (biomasse en t, moyenne et intervalle de confiance de 95%)	
	R - 4	R - 3	R - 2	Estimated / Estimée R - 1	Forecast / Prédite R-1
1997	114.2	92.7	57.9	**37619** (26376-52064)	
1998	139.5	91.6	57.1	**29818** (17580-47435)	
1999	199.7	150.9	115.0	**25874** (15918-39818)	
2000	238.7	159.4	89.3	**39845** (30543-51093)	
2001	313.2	229.2	135.7	**42243** (31198-55942)	
2002	166.7	241.8	199.7	**66481** (53434-81746)	
2003	137.8	207.1	181.4	**57503** (44809-72679)	
2004	86.4	122.8	142.5	**83702** (70955-98069)	
2005	63.3	79.4	117.1	**58398** (48417-69824)	**60500** (38800-86000)
2006	55.0	49.8	65.3	**54371** (46124-63660)	**49700** (33200-73000)
2007	57.2	47.9	56.0	**39635** (33089-47092)	**35200** (21300-55000)
2008	80.4	54.3	45.8	**31555** (25181-39048)	**29000** (18500-42000)
2009	89.4	69.5	43.6	**20520** (16848-24754)	**27700** (17800-38000)
2010	140.4	109.1	71.8	**20351** (15360-26450)	**25900** (17100-37000)
2011	91.5	98.7	87.6	**29394** (20909-40190)	**33700** (22900-47000)
2012					**40700** (31300-52400)

R-4: 69 > Carapace width (CW) ≥ 56 mm adolescent at the time of the survey.
69 > Largeur de la carapace (LC) ≥ 56 mm adolescent au moment du relevé.

R-3: 83 > CW ≥ 69 mm adolescent at the time of the survey.
83 > LC ≥ 69 mm adolescent au moment du relevé.

R-2: CW ≥ 83 mm adolescent at the time of the survey
LC ≥ 83 mm adolescent au moment du relevé.

R-1: CW ≥ 95 mm adult with a soft-shell at the time of the survey.
LC ≥ 95 mm adulte avec une carapace molle au moment du relevé.

Table 8. *Risk analysis for different catch options in 2012 for the southern Gulf of St. Lawrence snow crab (Chionoecetes opilio) fishery showing probabilities of exceeding the fishing removal rate limit reference point (F_{lim}), of the hard-shelled commercial-sized male biomass falling below the limit reference point for biomass (B_{lim}), and of the total commercial-sized adult male biomass being below the upper stock reference point (B_{USR}) post-fishery in 2012. A) Risk analysis with KED in numbers using the original polygon. B) Risk analysis with KED in weights using the revised expanded polygon.*

Tableau 8. *Analyse de risque pour la pêche du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) dans le sud du golfe du Saint-Laurent indiquant les probabilités de dépasser le niveau de référence limite pour le taux d'exploitation (F_{lim}), que la biomasse des crabes adultes de taille commerciale à carapace dure soit sous le niveau de référence limite pour la biomasse (B_{lim}), et que la biomasse totale des mâles adultes de taille commerciale soit sous le point de référence du niveau supérieur du stock (B_{NRS}) pour divers niveaux de capture pour la saison de pêche de 2012. A) Analyse de risque en utilisant KED en nombres avec le polygone original. B) Analyse de risque en utilisant KED en poids avec le nouveau polygone agrandit.*

A

Catch options / Options de capture (t)	Probability/Probabilité		
	> F_{lim} = 40.1%	< B_{lim} = 9,400 t	< $B_{USR/NRS}$ = 34,000 t
17,000	0	0	0
18,000	0	0	0
19,000	0.008	0	0.002
20,000	0.094	0	0.002
21,000	0.366	0	0.003
21,352	0.5	0	0.004
22,000	0.725	0.001	0.005
23,000	0.938	0.015	0.010
24,000	0.993	0.044	0.014
25,000	1	0.099	0.025
26,000	1	0.202	0.029
27,000	1	0.335	0.038
28,000	1	0.514	0.068
29,000	1	0.679	0.095
30,000	1	0.808	0.130

B

Catch options / Options de capture (t)	Probability/Probabilité		
	> F_{lim} = 34.6%	< B_{lim} = 10,000 t	< $B_{USR/NRS}$ = 41,400 t
17,000	0.001	0	0
18,000	0.006	0	0
19,000	0.035	0	0
20,000	0.126	0	0.001
21,000	0.297	0.001	0.002
21,854	0.5	0.002	0.002
22,000	0.556	0.003	0.004
23,000	0.792	0.013	0.004
24,000	0.926	0.023	0.006
25,000	0.988	0.048	0.010
26,000	0.996	0.093	0.012
27,000	0.998	0.169	0.019
28,000	0.999	0.246	0.025
29,000	1	0.369	0.033
30,000	1	0.480	0.05

FIGURES

Figure 1. *Map of the southern Gulf of St. Lawrence showing the snow crab (Chionoecetes opilio) fishing areas, fishing grounds and management buffer zones (labels A and B, shaded areas).*

Figure 1. *Carte du sud du golfe du Saint-Laurent montrant les zones de pêche du crabe des neiges (Chionoecetes opilio), les lieux des fonds de pêche et les zones tampons de gestion (étiquetées A et B, régions ombragées).*

Figure 2. *Locations of the 2011 snow crab (Chionoecetes opilio) trawl survey stations within the revised estimation polygon of 57,840 km2 in the southern Gulf of St. Lawrence. The grey points are successful repeat tows. Light blue points represents stations conducted in July: Yellow points: August; Black points: September and red points: October.*

Figure 2. *Positions des stations du relevé au chalut au crabe des neiges (Chionoecetes opilio) à l'intérieur du nouveau polygone d'estimation de 57 840 km2 dans le sud du golfe du Saint-Laurent en 2011. Les points gris sont des traits qui ont été répétés et réussis. Les points bleus clairs représentent les stations effectuées en juillet ; les points jaunes : en août, les points noirs : en septembre et les points rouges : en octobre.*

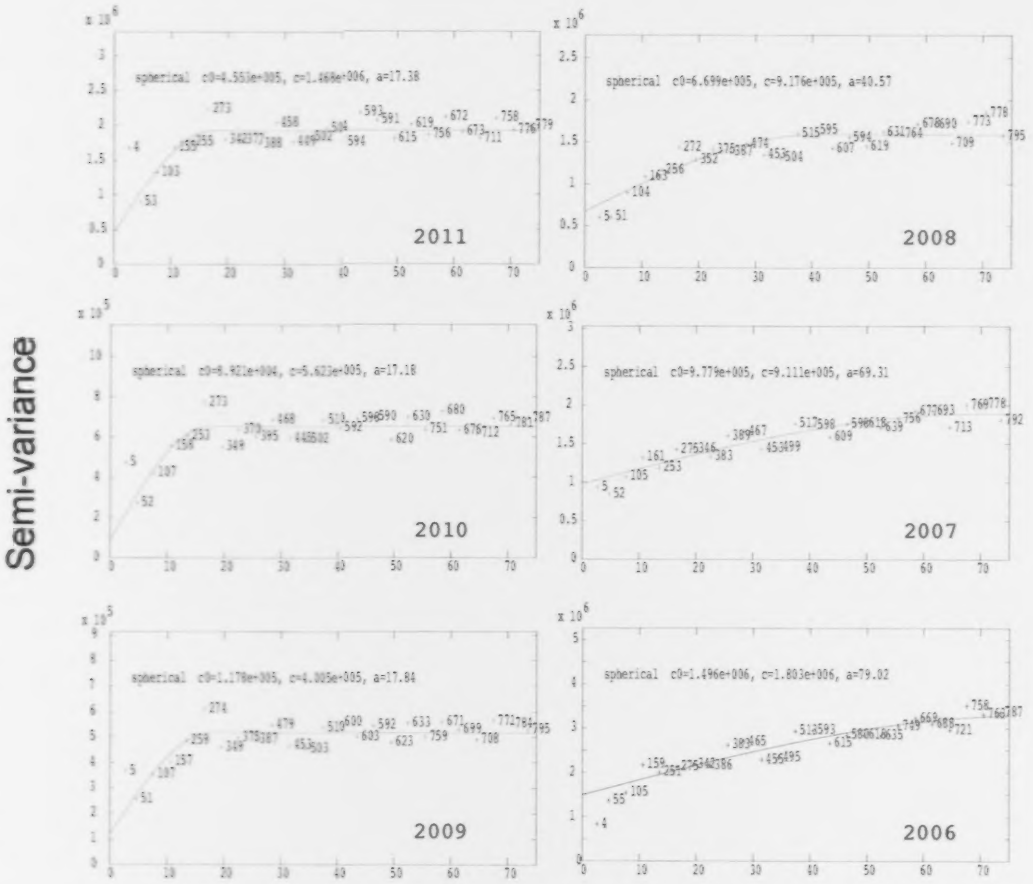


Figure 3. Variogram models averaged over 3 years for commercial-sized adult male snow crab (Chionoecetes opilio) in the southern Gulf of St. Lawrence, 2006 to 2011.

Figure 3. Modèles de variogrammes moyennés sur 3 ans pour les crabes des neiges (Chionoecetes opilio) mâles adultes de taille commerciale dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 2006 à 2011.

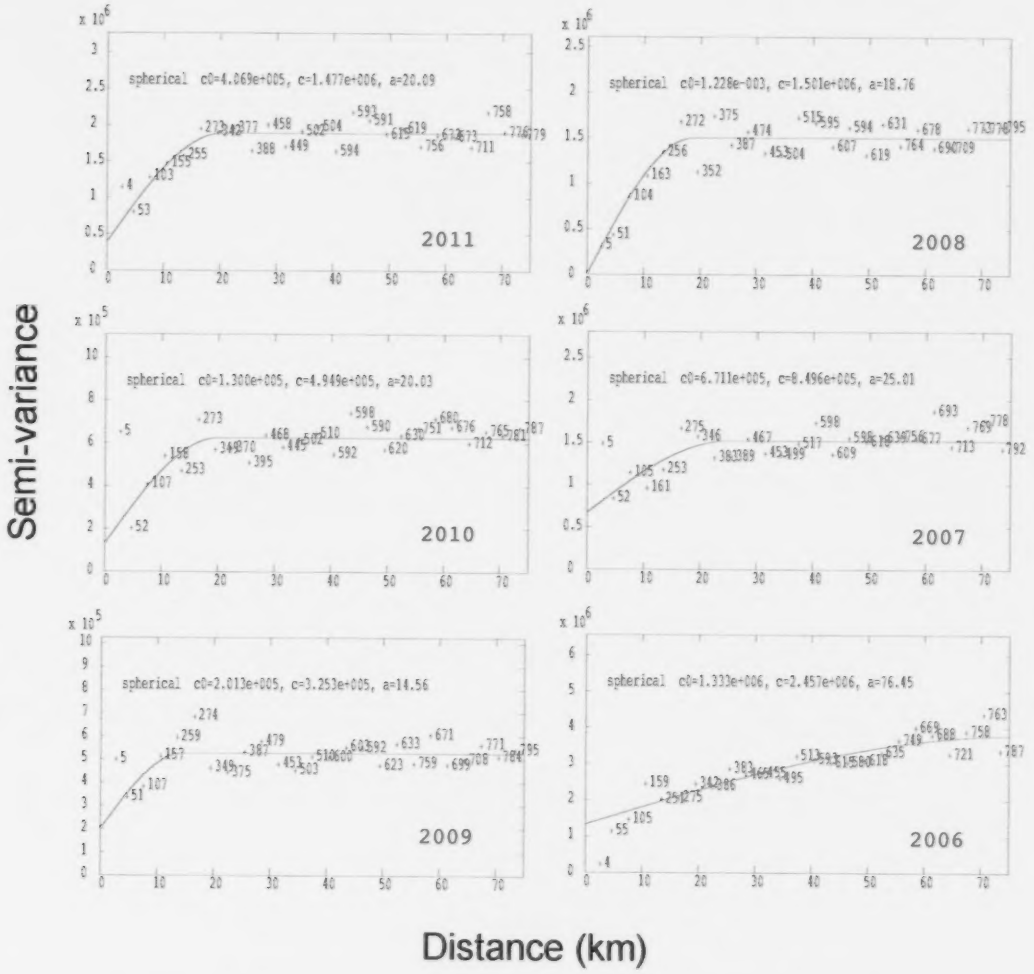


Figure 4. *Annual variogram models for commercial-sized adult male snow crab (Chionoecetes opilio) in the southern Gulf of St. Lawrence, 2006 to 2011.*

Figure 4. *Modèles de variogrammes annuels pour les crabes des neiges (Chionoecetes opilio) mâles adultes de taille commerciale dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 2006 à 2011.*

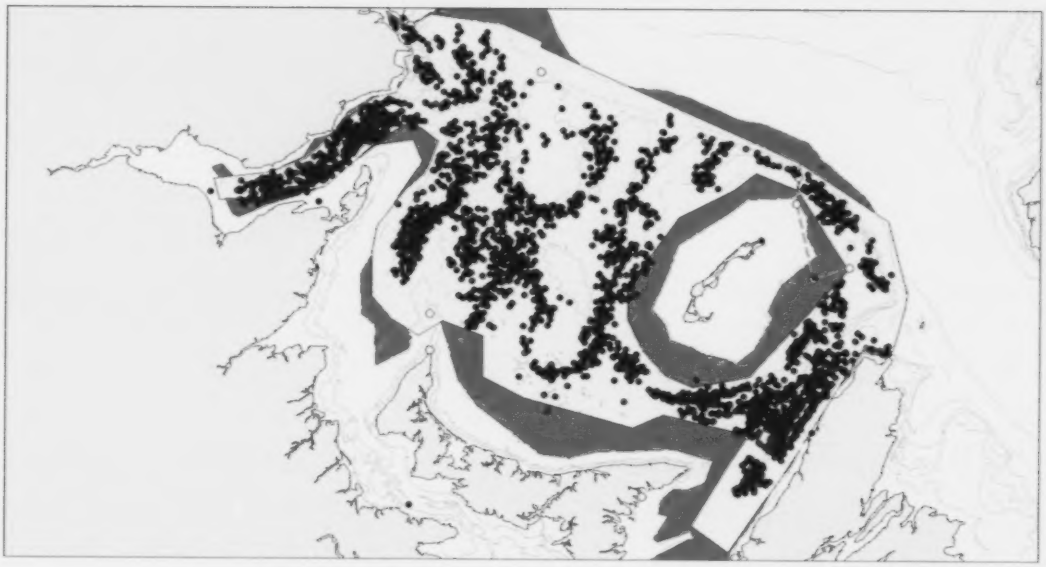


Figure 5. *Areas covered by the actual polygon of 44,302 km2 in yellow and the revised expanded polygon of 57,840 km2 in purple used for the snow crab (Chionoecetes opilio) stock assessment in the southern Gulf of St. Lawrence. The black points represent the positions of trap sampled by the observers from 2006 to 2010.*

Figure 5. *Surfaces couvertes par le polygone actuel de 44 302 km2 en jaune et le nouveau polygone agrandit de 57 840 km2 en violet utilisés dans l'évaluation de stock du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Les points noirs représentent les positions des casiers échantillonnés par les observateurs en mer de 2006 à 2010.*

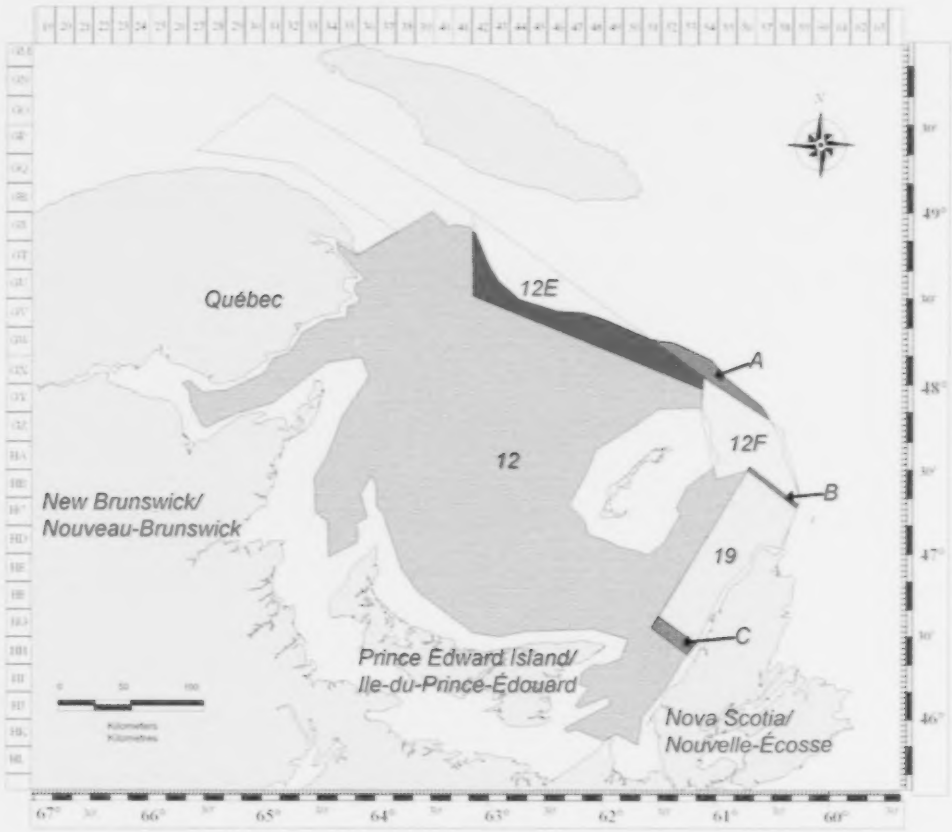


Figure 6. *The revised estimation polygon of 57,840 km2 used for the 2011 snow crab (Chionoecetes opilio) stock assessment in the southern Gulf of St. Lawrence (all coloured areas) and corresponding estimation polygons for the four crab fishing areas (12, 12E, 12F and 19). The unsigned zone north of areas 12E and 12F (label A) and buffer zones (labels B and C) are also shown.*

Figure 6. *Le polygone d'estimation révisé de 57 840 km2 utilisé pour l'évaluation de stock de crabe des neiges (Chionoecetes opilio) en 2011 dans le sud du golfe du Saint-Laurent (toutes les régions colorées) et les polygones d'estimation correspondants pour les quatre zones de pêche (12, 12E, 12F et 19). La zone non-assignée au nord des zones 12E et 12F (étiquetée A) et les zones tampons (étiquetées B et C) sont aussi indiquées.*

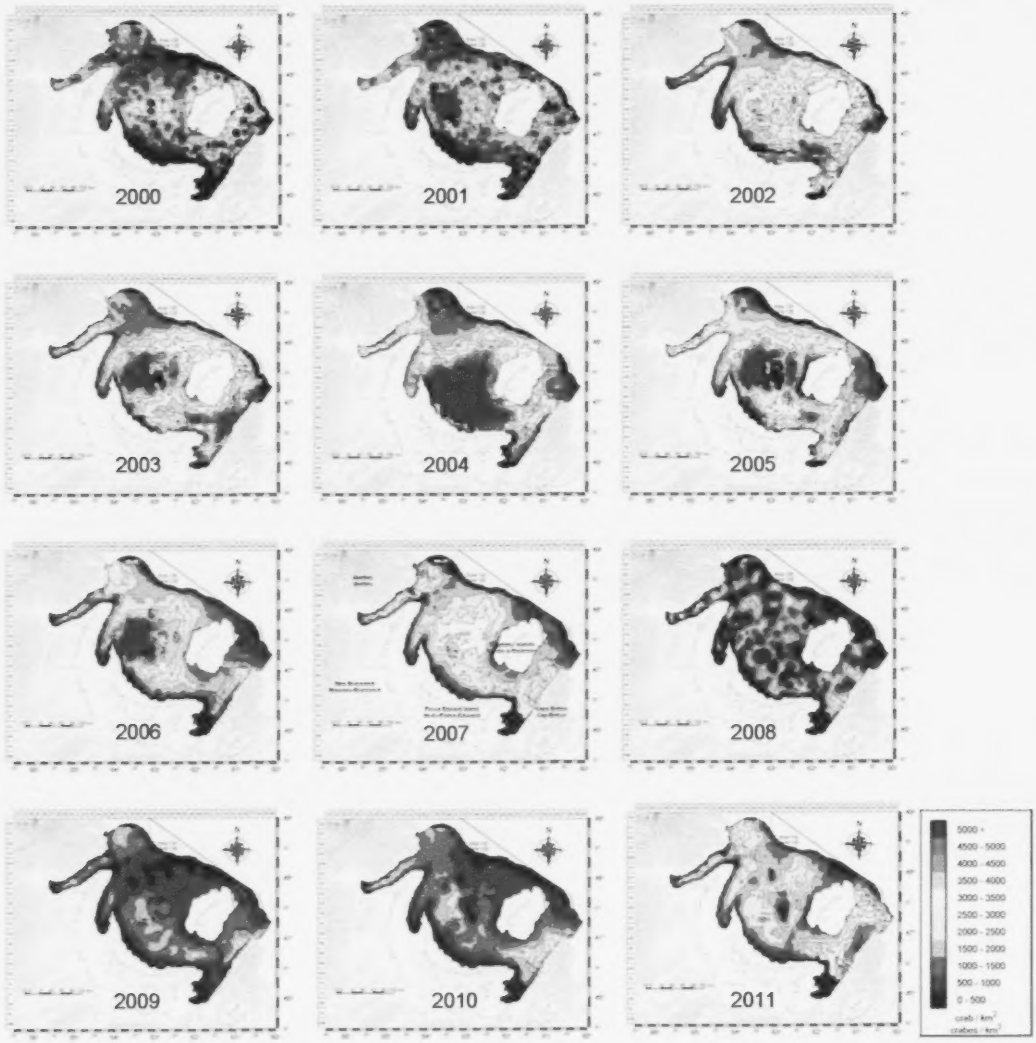


Figure 7. *Density (number of crab per km²) contours of commercial-sized (≥ 95 mm of carapace width) adult male snow crab (Chionoecetes opilio) based on trawl survey data in the southern Gulf of St. Lawrence, 2000 to 2011.*

Figure 7. *Contours de densités (nombre de crabe par km2) de crabes des neiges (Chionoecetes opilio) adultes mâles de taille commerciale (≥ 95 mm de largeur de carapace) à partir des données des relevés au chalut effectués dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 2000 à 2011.*

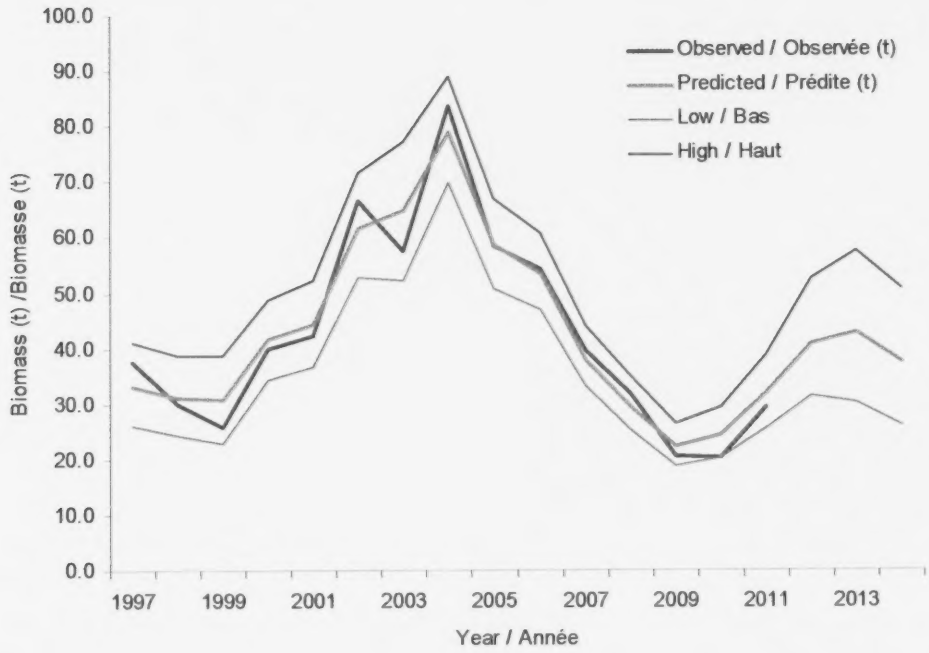


Figure 8. *Comparison between the observed and predicted recruitment (R-1) of male snow crab (Chionoecetes opilio) based on the Bayesian model (Surette and Wade 2006).*

Figure 8. *Comparaison entre le recrutement (R-1) observé et prédit du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) mâle selon le modèle Bayésien (Surette et Wade 2006).*

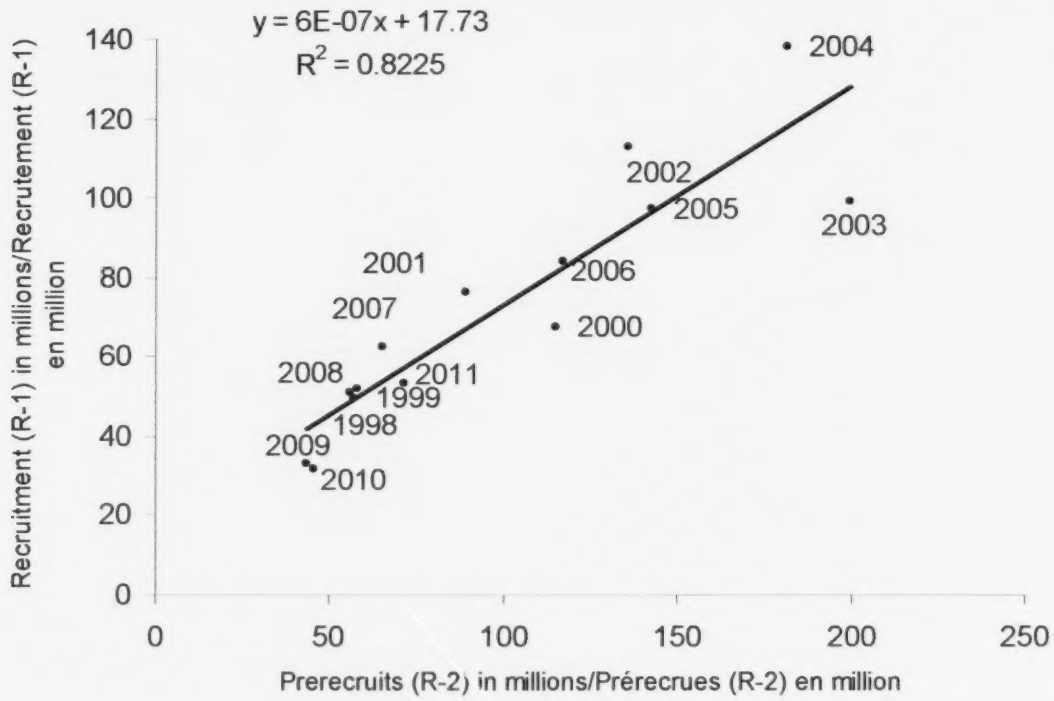


Figure 9. *Relationship between the estimated abundance of prerecruits R-2 in year t and the estimated abundance of the recruitment to the fishery (R-1) in year t + 1 from the trawl survey data for the snow crab (Chionoecetes opilio) assessment in the southern Gulf of St. Lawrence.*

Figure 9. *Relation entre l'estimé de l'abondance des prérecrues R-2 à l'année t et de l'estimé de l'abondance du recrutement à la pêcherie (R-1) à l'année t + 1 provenant des données du relevé au chalut pour l'évaluation de stock de crabe des neiges (Chionoecetes opilio) dans le sud du golfe du Saint-Laurent.*

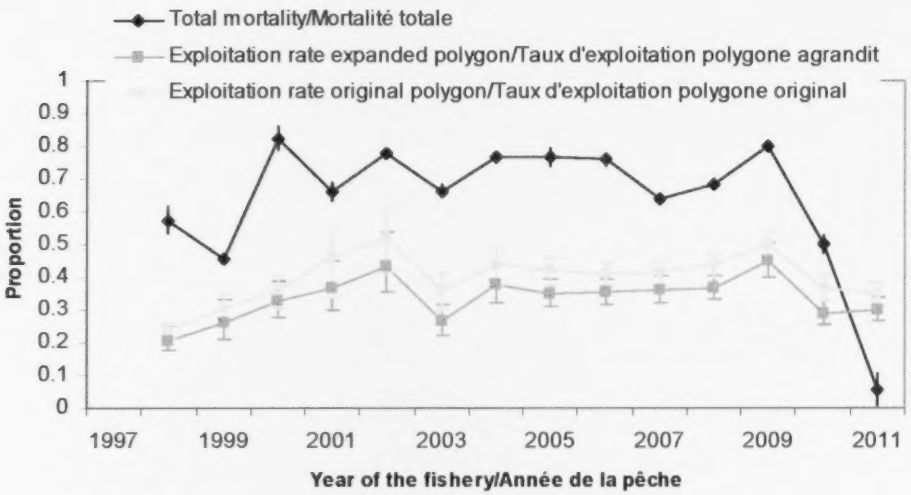


Figure 10. *Estimated annual rates of exploitation and total loss of commercial-sized adult male snow crab (Chionoecetes opilio) in the southern Gulf of St. Lawrence, 1997 to 2011.*

Figure 10. *Taux annuels d'exploitation estimés et la perte totale des crabes des neiges (Chionoecetes opilio) mâles adultes de taille commerciale dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1997 à 2011.*

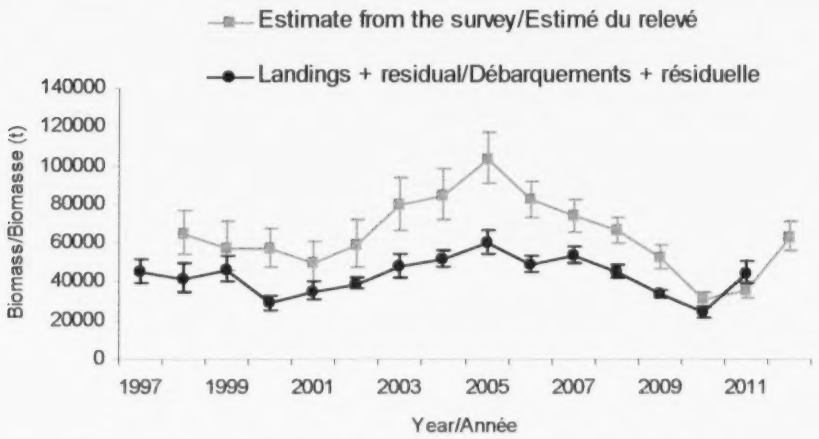


Figure 11. *Difference between the post-fishery calculated biomass (residual biomass plus the landings in year t+1) and the pre-fishery commercial-sized adult male snow crab (Chionoecetes opilio) biomass (recruitment plus residual biomass in year t) estimated from the trawl survey in the southern Gulf of St. Lawrence.*

Figure 11. *Différence entre la biomasse calculée après la pêche (sommation de la biomasse résiduelle et les débarquements à l'année t+1) et la biomasse avant la pêche des crabes des neiges (Chionoecetes opilio) mâles adultes de taille commerciale (la sommation du recrutement et la biomasse résiduelle à l'année t) estimées par le relevé au chalut dans le sud du golfe du Saint-Laurent.*

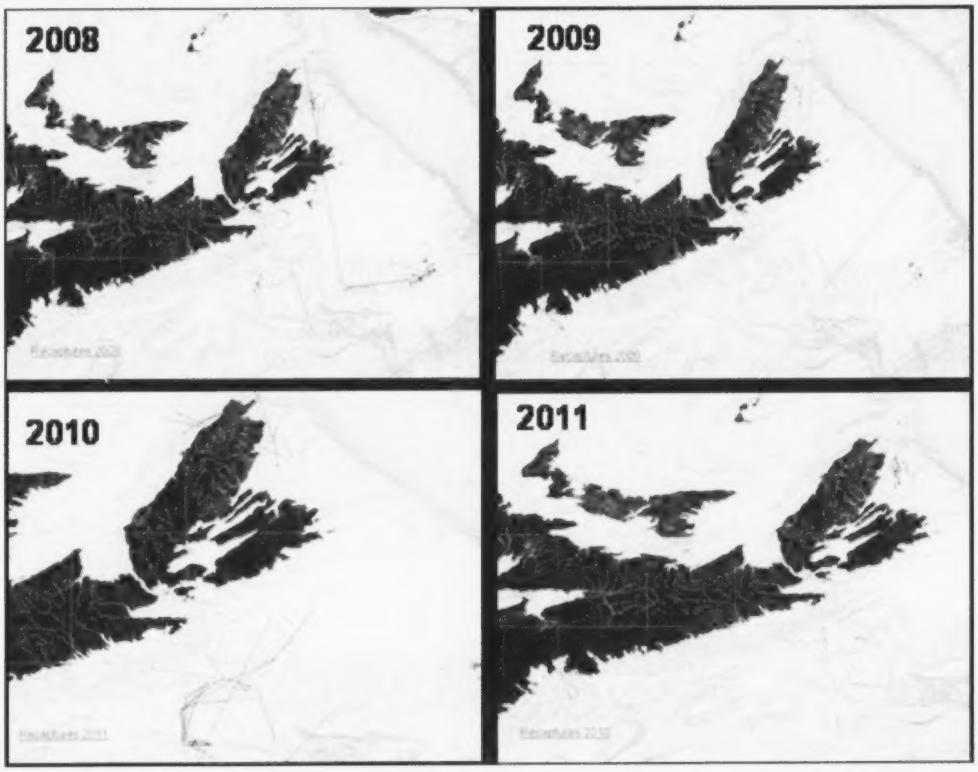


Figure 12. *Tag-recapture results (preliminary) for commercial-sized snow crab (Chionoecetes opilio) tagged and released on the eastern Nova Scotia from 2008 to 2011 (Unpublished data B. Zisserson and J. Choi, DFO Maritimes Region).*

Figure 12. *Résultats de marquage-recapture (préliminaire) pour les crabes des neiges (Chionoecetes opilio) de taille commerciale étiquetés et relâchés à l'est de la Nouvelle-Écosse de 2008 à 2011 (Données non-publiées de B. Zisserson et J. Choi, MPO, Région des Maritimes).*

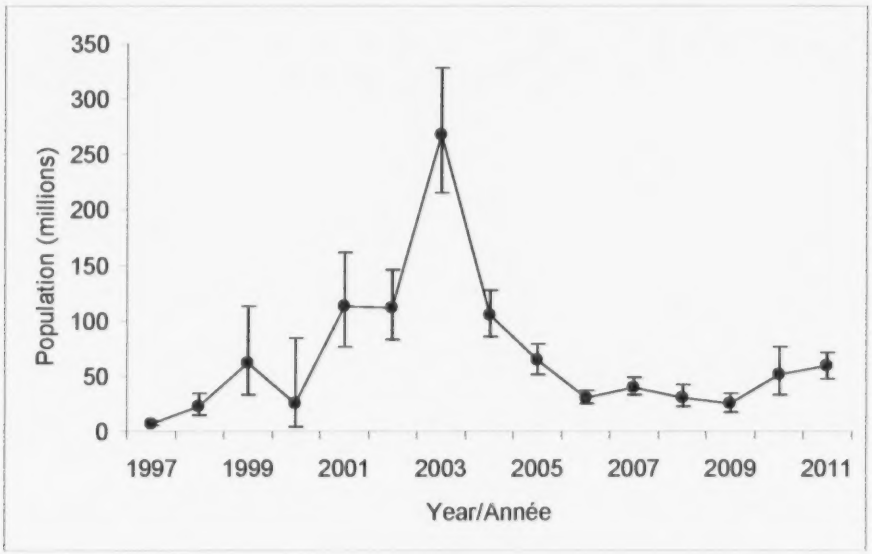


Figure 13. *Abundance estimates of snow crab (Chionoecetes opilio) male skip molters in the southern Gulf of St. Lawrence, 1997 to 2011.*

Figure 13. *Estimés de l'abondance de crabes des neiges (Chionoecetes opilio) mâles sauts de mue dans le sud du golfe du Saint Laurent, 1997 à 2011.*

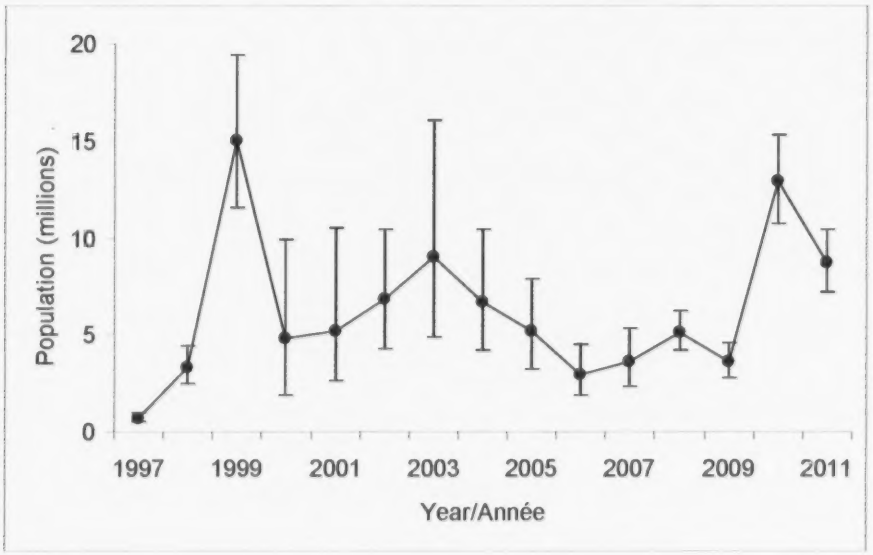


Figure 14. *Abundance estimates of snow crab (Chionoecetes opilio) male skip molters in Area 19, 1997 to 2011.*

Figure 14. *Estimés de l'abondance de crabes des neiges (Chionoecetes opilio) mâles sauts de mue dans la zone 19, 1997 à 2011.*

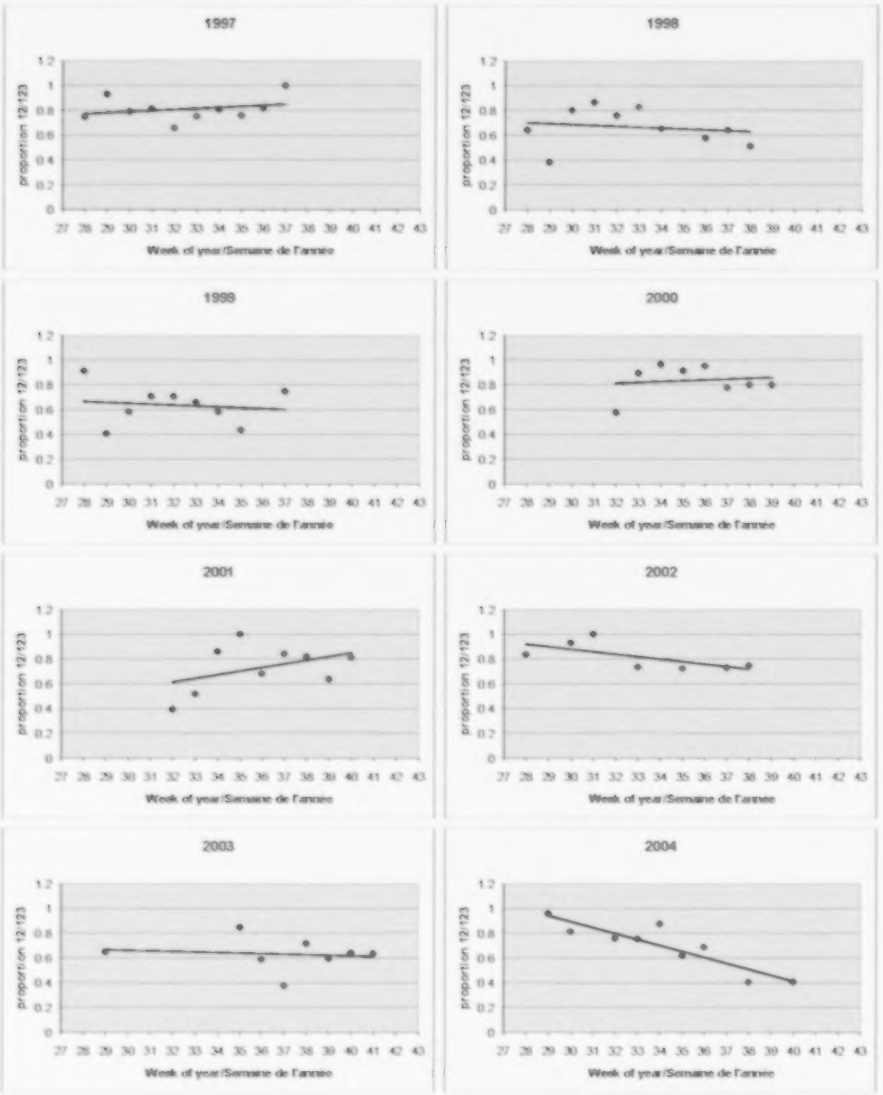


Figure 15a. *Proportion of snow crabs (Chionoecetes opilio) with carapace condition 1+2 (recruitment of the year) versus carapace conditions 1+2+3 over the duration of the survey sampling period between 1997 and 2004 in the southern Gulf of St. Lawrence.*

Figure 15a. *Proportion des crabes des neiges (Chionoecetes opilio) avec conditions de carapace 1+2, (recrutement de l'année) versus ceux avec conditions de carapace 1+2+3 sur la durée de l'échantillonnage du relevé au chalut entre 1997 et 2004 dans le sud du golfe du Saint-Laurent.*

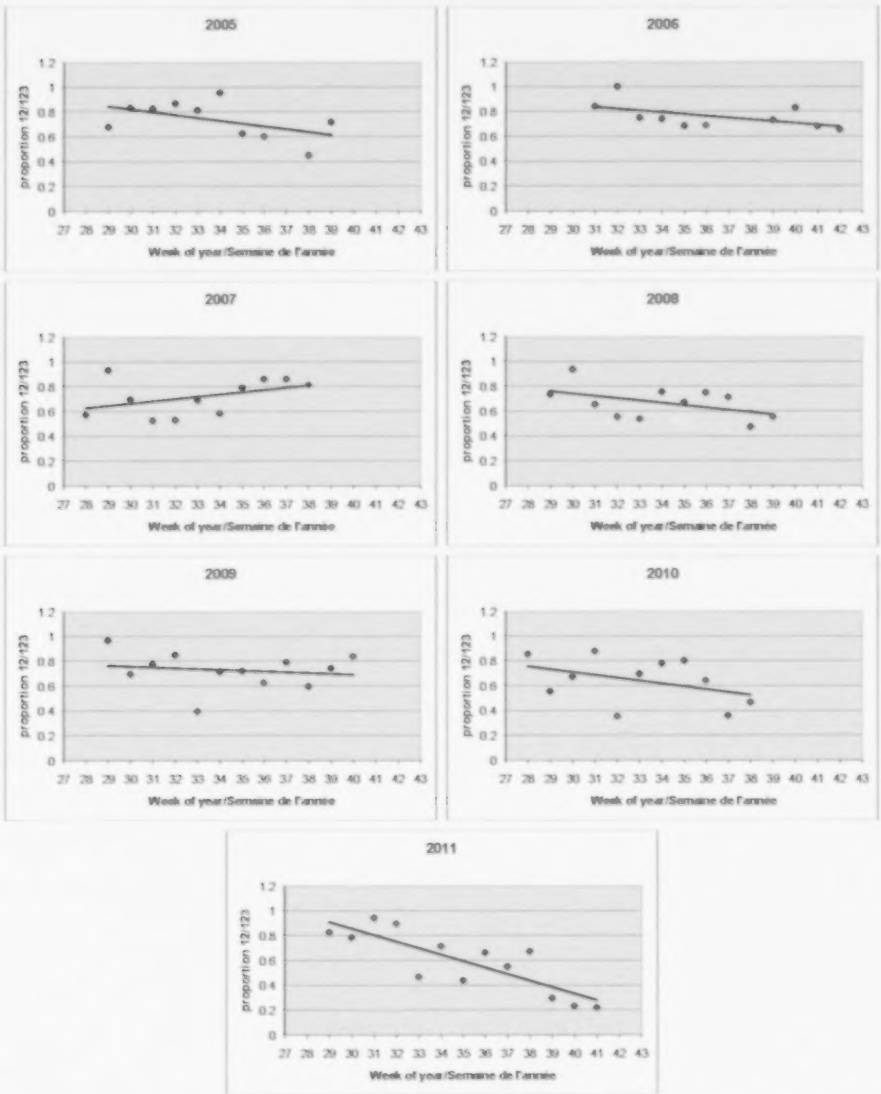


Figure 15b. *Proportion of snow crabs (Chionoecetes opilio)with carapace conditions 1+2 (recruitment of the year) versus crabs with carapace conditions 1+2+3) over the duration of survey sampling period between 2005 and 2011 in the southern Gulf of St. Lawrence.*

Figure 15b. *Proportion des crabes des neiges (Chionoecetes opilio) avec conditions de carapace 1+2 (recrutement de l'année) versus ceux avec conditions de carapace 1+2+3 sur la durée de l'échantillonnage du relevé au chalut entre 2005 et 2011 dans le sud du golfe du Saint-Laurent.*

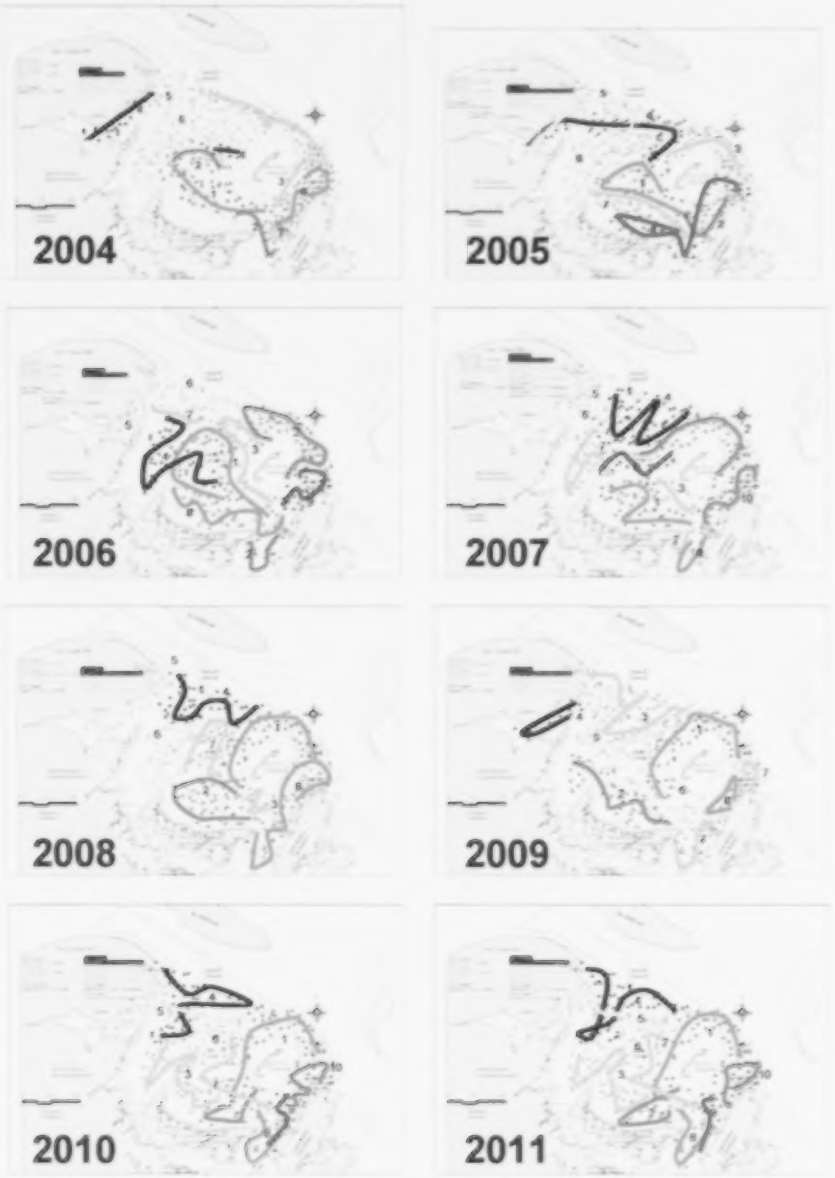


Figure 16. *Spatio-temporal itinerary of the annual snow crab (Chionoecetes opilio) trawl survey since 2004 in the southern Gulf of St. Lawrence. Each dot is a sampling station and colored in order of sampling i.e. the first to the last survey leg is colored by red, fuchsia, green, black, light blue, yellow, orange, grey, dark blue and dark fuchsia.*

Figure 16 *L'itinéraire spatio-temporel du relevé au chalut du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) dans le sud du golfe du Saint-Laurent depuis 2004. Chaque point est une station échantillonnée et la couleur montre l'ordre de l'échantillonnage, du premier au dernier voyage coloré en rouge, fuchsia, vert, noir, bleu clair, jaune, orange, gris, bleu foncé, et fuchsia foncé.*

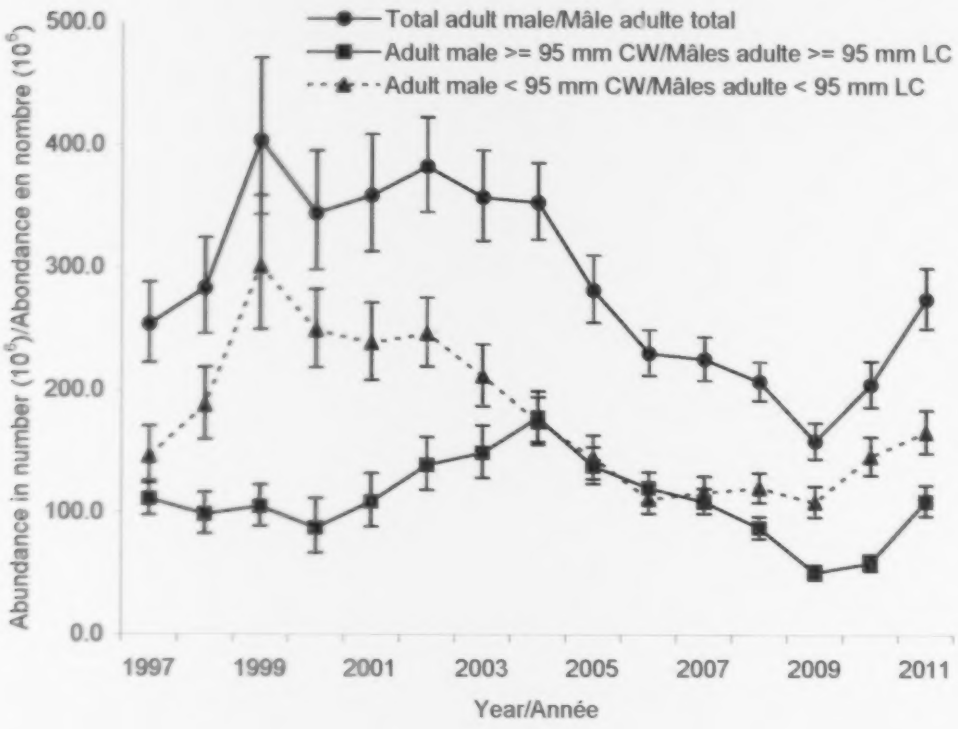


Figure 17. *Estimated abundance of snow crab (Chionoecetes opilio) adult males in the southern Gulf of St. Lawrence, 1997 to 2011. CW = Carapace width.*

Figure 17. *Abondance estimée des crabes des neiges (Chionoecetes opilio) mâles adultes dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1997 à 2011. LC = Largeur de carapace.*

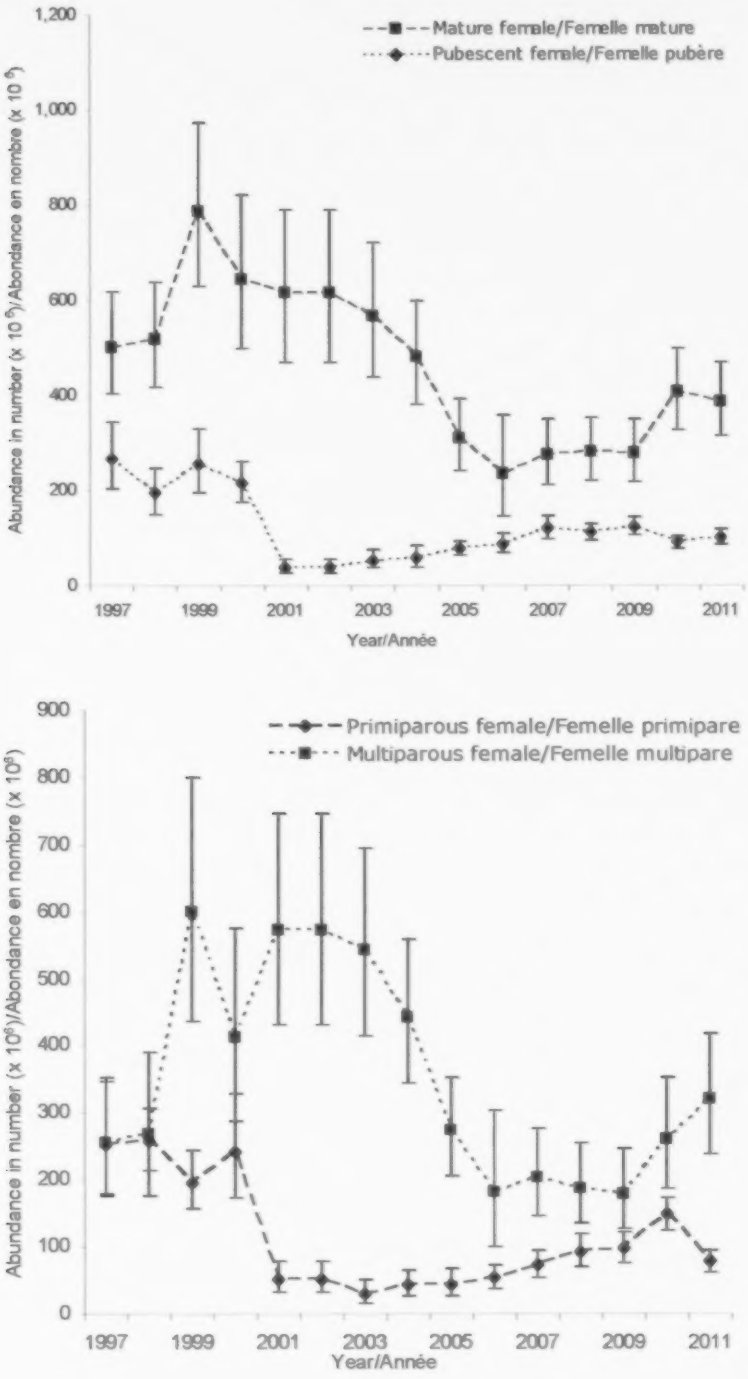


Figure 18. *Abundance of pubescent, primiparous, multiparous and mature snow crab (Chionoecetes opilio) females in the southern Gulf of St. Lawrence, 1997 to 2011.*

Figure 18. *Abondance des femelles pubères, primipares, multipares et matures du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1997 à 2011.*

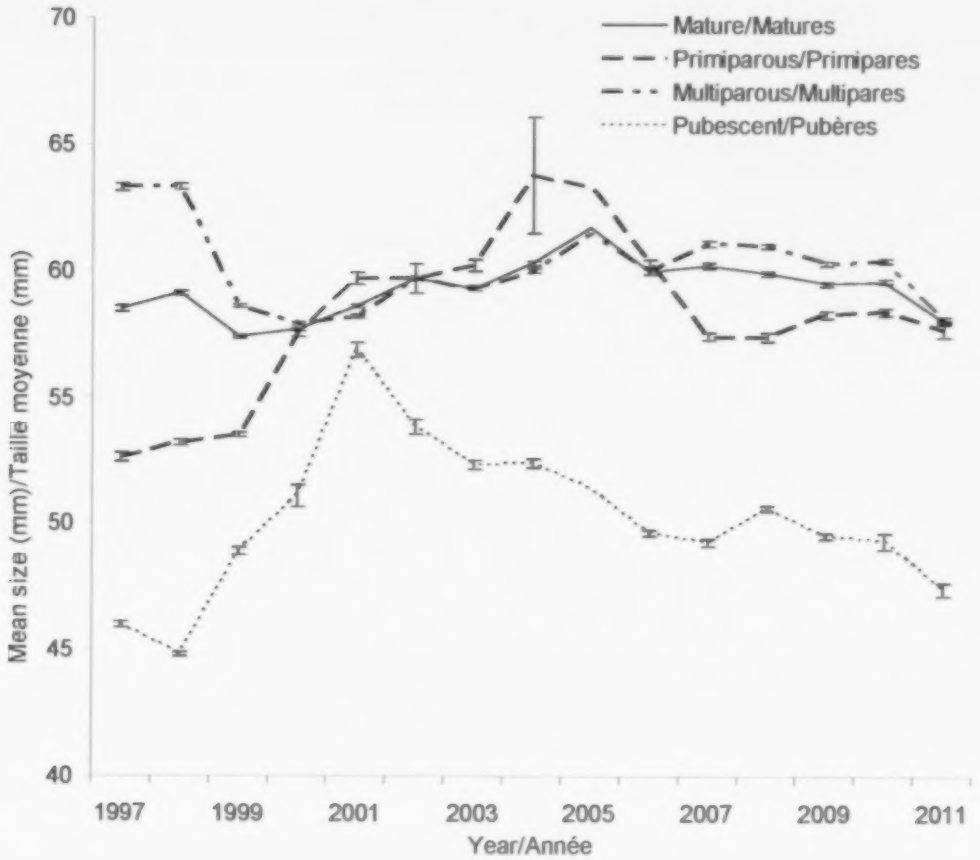


Figure 19. *Mean size (carapace width in mm) with standard errors (SE) of pubescent, primiparous, multiparous and mature snow crab (Chionoecetes opilio) females based on samples from the trawl surveys, 1997 to 2011.*

Figure 19. *Taille moyenne (largeur de la carapace en mm) avec erreurs-types (ES) des femelles pubères, primipares, multipares et matures du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) basée sur les échantillons provenant des relevés au chalut, 1997 à 2011.*

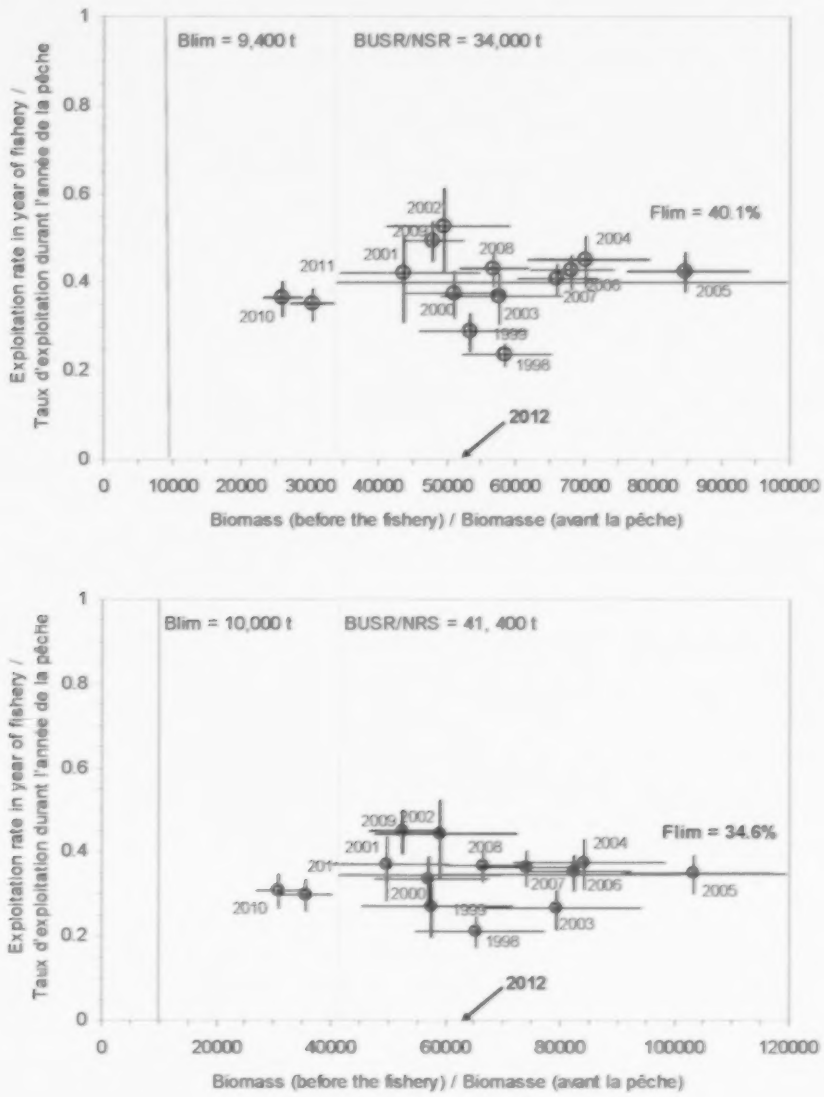

Blim = 9,400 t
BUSR/NSR = 34,000 t
Flim = 40.1%
Exploitation rate in year of fishery / Taux d'exploitation durant l'année de la pêche
Biomass (before the fishery) / Biomasse (avant la pêche)
2012
Blim = 10,000 t
BUSR/NRS = 41, 400 t
Flim = 34.6%

Figure 20. *Trajectory of stock abundance (biomass of commercial-sized adult male snow crab (Chionoecetes opilio) as estimated from the trawl survey in year t – 1 versus exploitation rate of this biomass in the fishery of year t. Year of the fishery is labelled on the figure. Blim = The limit reference point for biomass; Flim = Fishing removal rate limit reference point; Busr = The upper stock reference point. The upper panel shows the reference points with the original polygon and the lower one shows the reference points with the revised expanded polygon.*

Figure 20. *Trajectoire de l'abondance du stock (biomasse des crabes des neiges (Chionoecetes opilio) adultes de taille commerciale estimée d'après les résultats du relevé au chalut effectué à l'automne de l'année t – 1) par rapport au taux d'exploitation pour cette biomasse au cours de l'année t. Les années de pêche sont identifiées sur la figure. Blim = Le niveau de référence limite pour la biomasse ; Flim = Le niveau de référence limite pour le taux d'exploitation; Bnsr = Le point de référence du niveau supérieur du stock. Le panneau du haut représente les points de référence avec le polygone original et le panneau du bas représente les points de référence avec le nouveau polygone agrandit.*

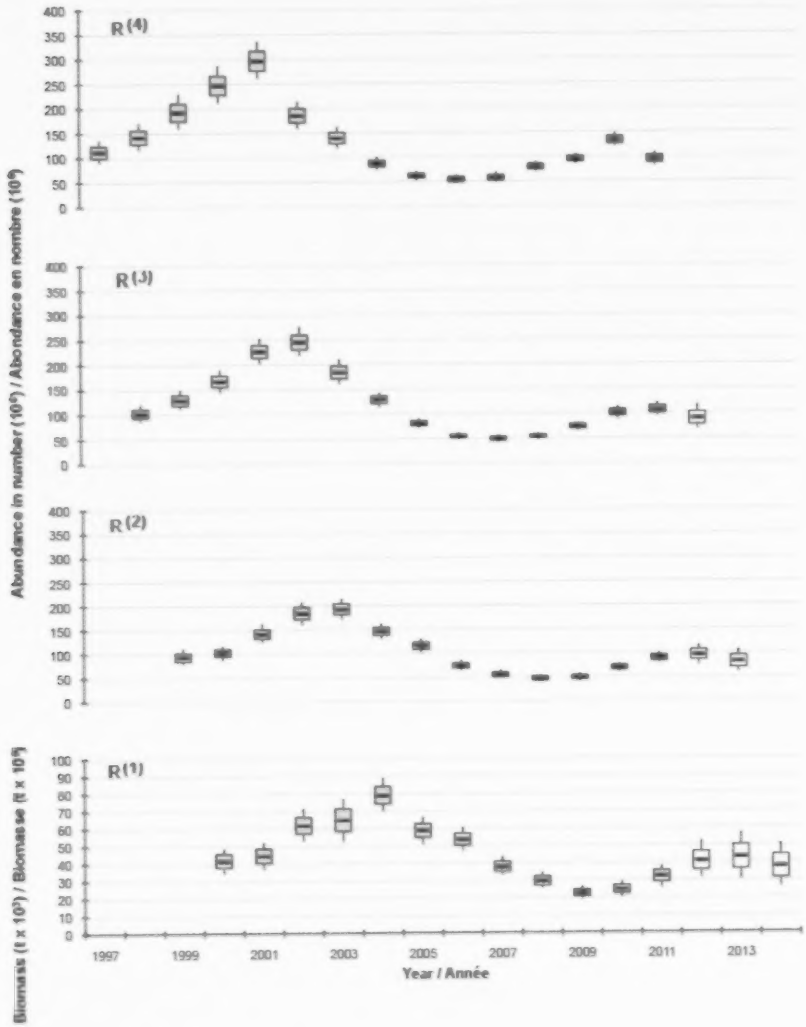
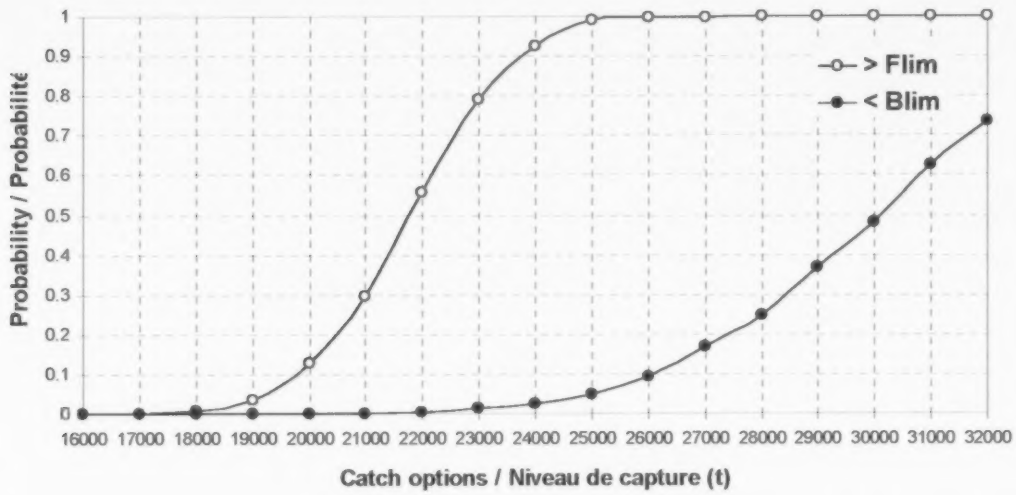


Figure 21. *Snow crab (Chionoecetes opilio) recruitment (R) abundance for R (j), where j =1,…,4 years until recruitment to the fishery. The middle line shows the posterior median, the boxes show the 1 st (lower bound) and 3rd (upper bound) quartiles, and the whiskers show the 95% credibility interval. Shaded boxes stem directly from data estimates while white boxes are forecasted abundance from the Bayesian model (Surette and Wade 2006).*

Figure 21. *Abondances de recrutement (R) de crabe des neiges, (Chionoecetes opilio), pour R(j), où j =1,…,4 années avant le recrutement à la pêcherie. La ligne du milieu démontre la médiane, les boîtes démontrent les quartiles des 1ière (limite inférieure) et 3ième (limite supérieure), et les moustaches démontrent les intervalles de confiances à 95 %. Les boîtes grises représentent les données observées tandis que les boîtes blanches représentent les projections d'abondance à partir du modèle Bayésien (Surette et Wade 2006).*



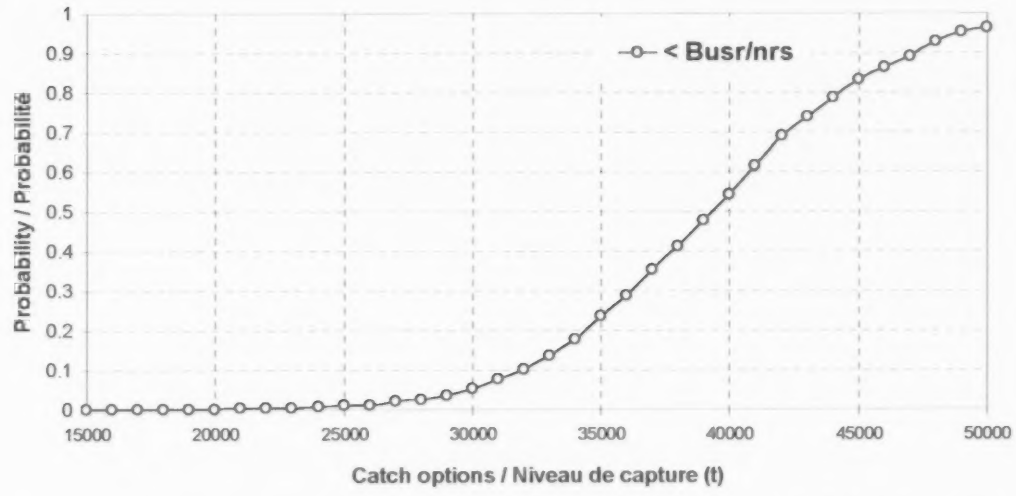


Figure 22. *Risk analysis based on the expanded polygon for the southern Gulf of St. Lawrence snow crab (Chionoecetes opilio) fishery showing probabilities of exceeding the fishing removal rate limit reference point (F_{lim}), of the hard-shelled commercial-sized adult male remaining biomass in 2012 falling below the limit reference point for biomass (B_{lim}) and of the commercial-sized adult male biomass in 2012 being below the upper reference point (B_{USR}) after the 2012 fishing season for different catch options in 2012.*

Figure 22. *Analyse de risque à partir du polygone agrandit pour la pêche du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) dans le sud du golfe du Saint-Laurent indiquant les probabilités de dépasser le niveau de référence limite pour le taux d'exploitation (F_{lim}),que la biomasse résiduelle des mâles adultes de taille commerciale à carapace dure soit sous le niveau de référence limite pour la biomasse (B_{lim}), et que la biomasse des mâles adultes de taille commerciale en 2012 soit sous le point de référence du niveau supérieur du stock (B_{NSR}) après la pêche de 2012 pour divers niveaux de capture en 2012.*

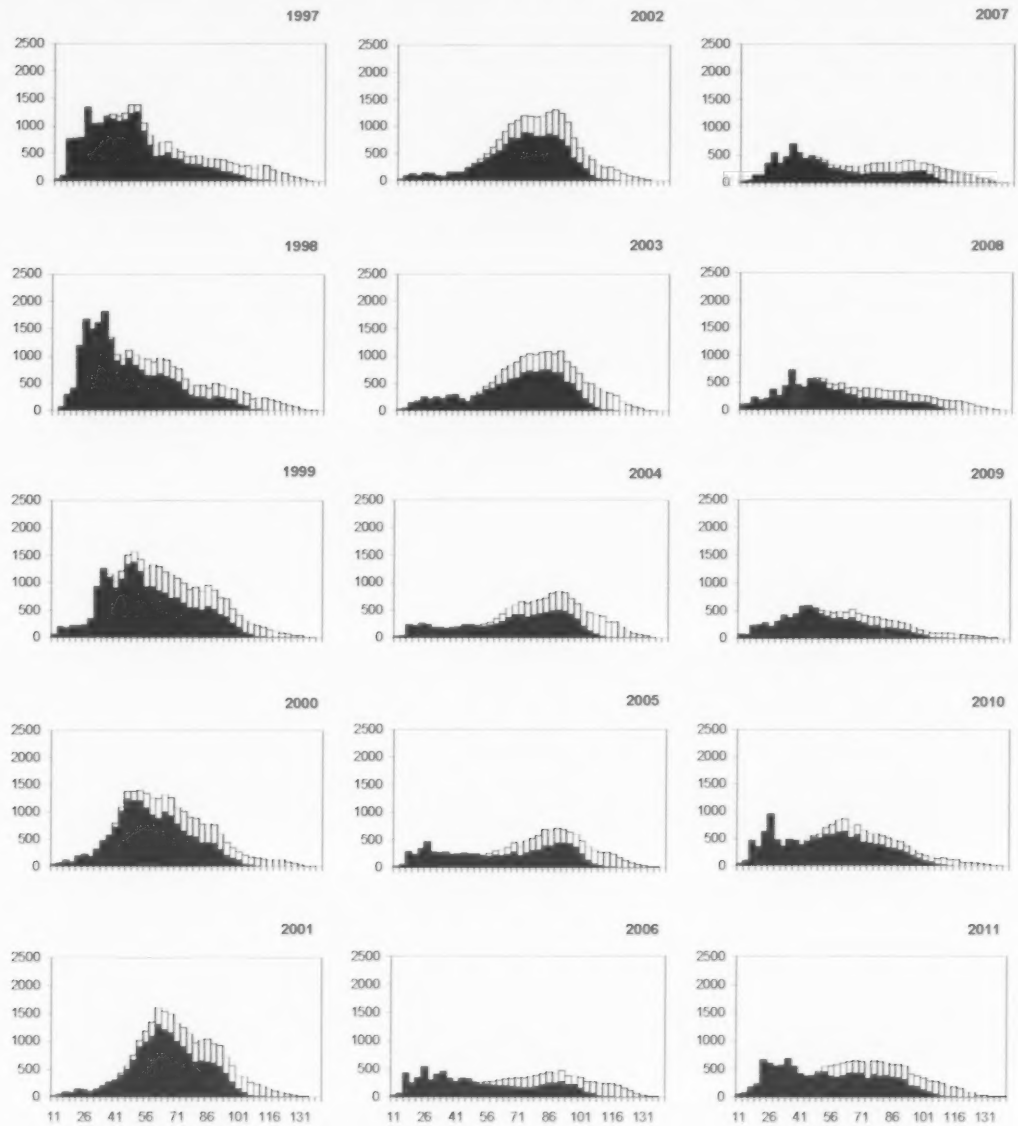


Figure 23. *Size frequency distributions (by 3 mm interval) for male snow crabs based on samples from the post-fishery trawl surveys in the southern Gulf of St. Lawrence, 1997 to 2011. These size frequency distributions represent the mean number of male snow crab (Chionoecetes opilio) per km^2 based on samples in the trawl survey and are not adjusted with geostatistic analysis (kriging) for total biomass.*

Figure 23. *Distributions de fréquences de taille (par intervalle de 3 mm) des crabes des neiges (Chionoecetes opilio)mâles basées sur les échantillons à partir des relevés au chalut effectués après la pêche dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1997 à 2011. Ces distributions représentent le nombre moyen de crabes mâles par km^2 basés sur les échantillons du relevé au chalut et ne sont pas ajustés avec l'analyse géostatistique (krigeage) pour la biomasse totale.*

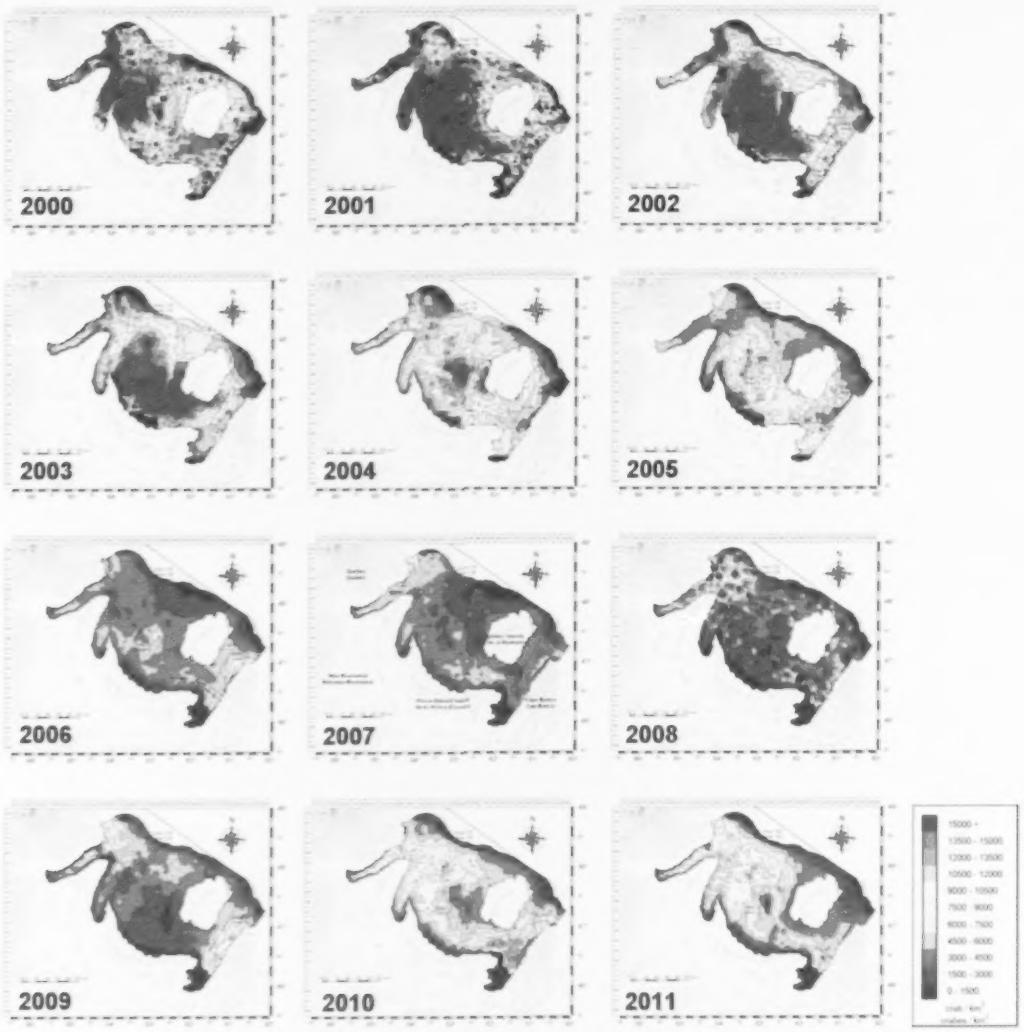


Figure 24. *Density (number per km²) contours of adolescent male snow crab, (Chionoecetes opilio), ≥ 56 mm of carapace width based on the trawl surveys conducted in the southern Gulf of St. Lawrence, 2000 to 2011.*

Figure 24. *Contours de densités (nombre par km²) des crabes des neiges, (Chionoecetes opilio), adolescents mâles ≥ 56 mm de largeur de carapace à partir du relevé au chalut effectué dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 2000 à 2011.*

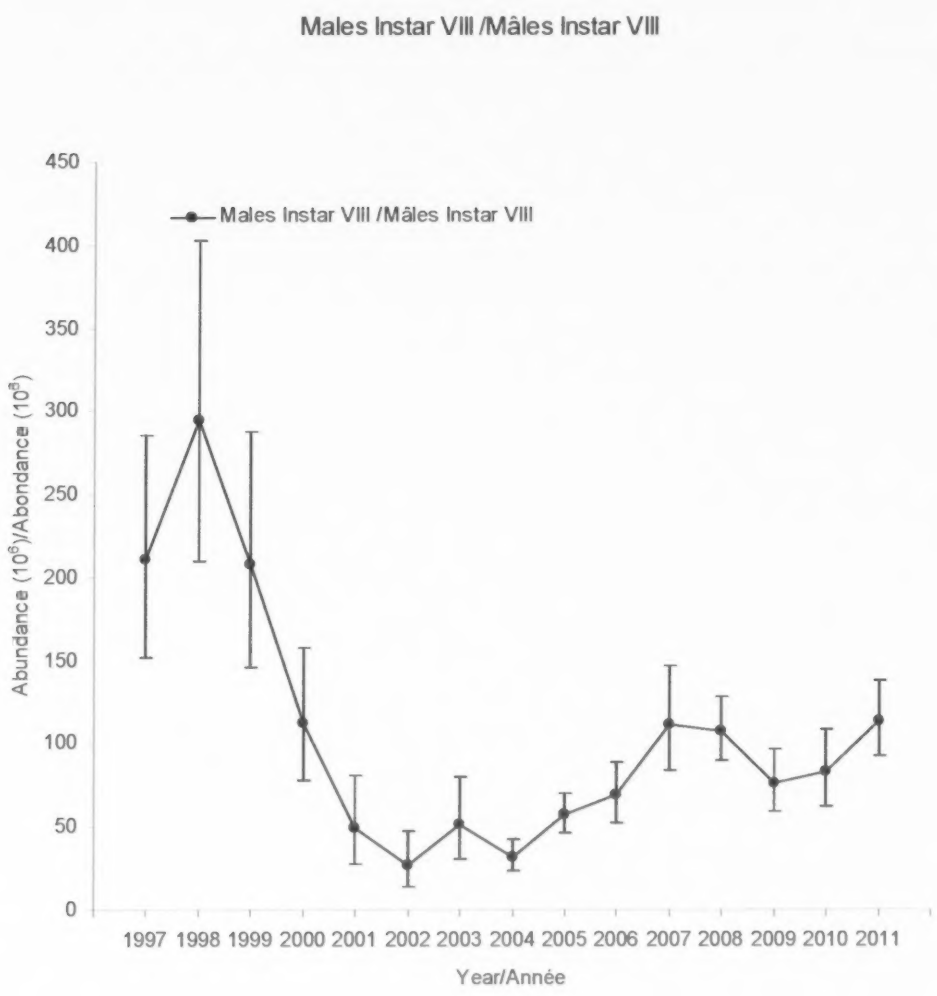


Figure 25. *Abundance indices of adolescent males (Instar VIII) snow crab, (Chionoecetes opilio) estimated from the trawl survey data in the southern Gulf of St. Lawrence, 1997 to 2011.*

Figure 25. *Indices d'abondances des mâles adolescents (Instar VIII) du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) estimées à partir des données des relevés au chalut dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1997 à 2011.*

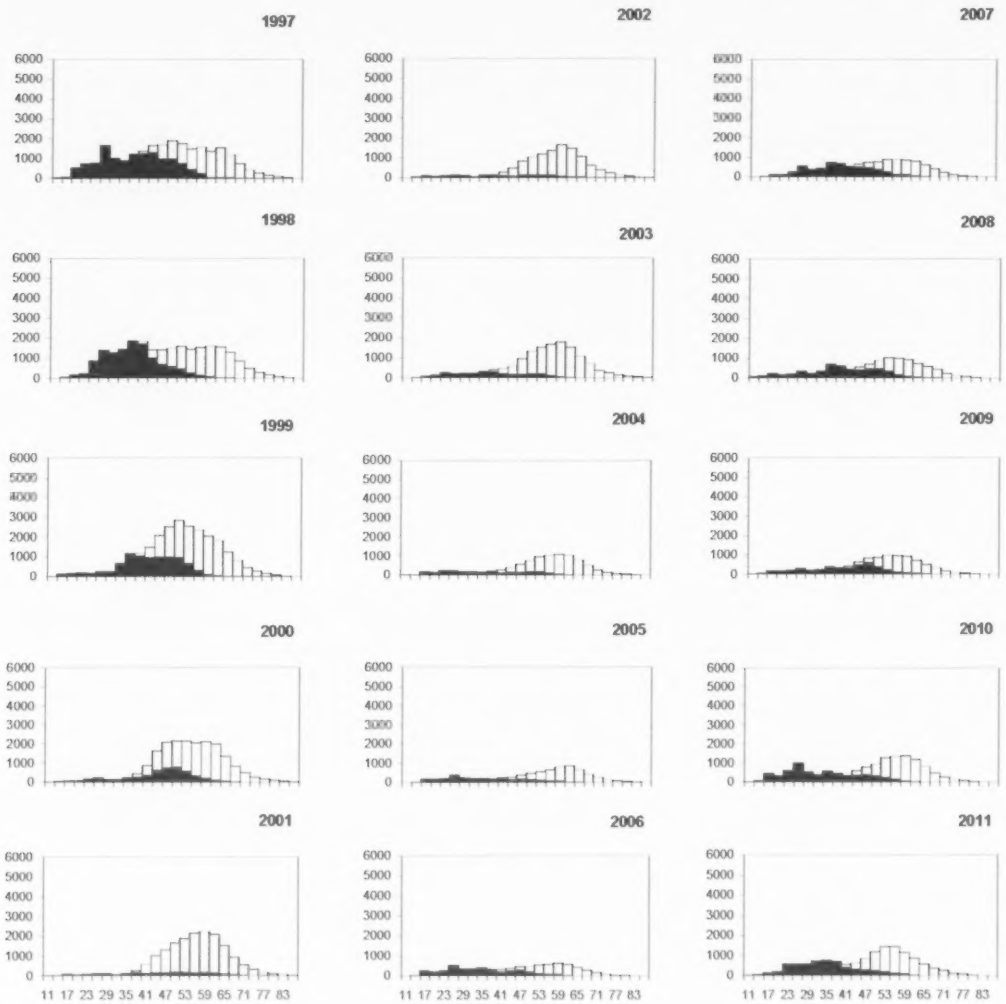


Figure 26. *Size frequency distributions (carapace width by 3 mm interval) for female snow crab, (Chionoecetes opilio), based on samples from the post-fishery trawl surveys in the southern Gulf of St. Lawrence, 1997 to 2011. These size frequency distributions represent the mean number of female crab per km^2 based on samples in the trawl survey and are not adjusted with geostatistic analysis (kriging) for total abundance.*

Figure 26. *Distributions de fréquence des tailles (largeur de la carapace par intervalle de 3 mm) des femelles de crabe des neiges (Chionoecetes opilio), basées sur les échantillons à partir des relevés au chalut effectués après la pêche dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1997 à 2011. Ces distributions représentent le nombre moyen de crabes femelles par km^2 basés sur les échantillons du relevé au chalut et ne sont pas ajustés avec l'analyse géostatistique (krigeage) pour l'abondance totale.*